

**MARINHA DO BRASIL**  
**ESCOLA DE GUERRA NAVAL**  
**DOUTORADO PROFISSIONAL EM ESTUDOS MARÍTIMOS**

**FRANCISCO JOSE UMGEHER TABORDA**

**PROCESSO DE PROSPECTIVA PARA IDENTIFICAÇÃO DE  
TECNOLOGIAS FUTURAS DE DEFESA A PARTIR DE FONTES  
ABERTAS: SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO  
PARA O PODER NAVAL E DA DEFESA NACIONAL.**

**RIO DE JANEIRO**  
**2024**

**FRANCISCO JOSE UMGEHER TABORDA**

**PROCESSO DE PROSPECTIVA PARA IDENTIFICAÇÃO DE  
TECNOLOGIAS FUTURAS DE DEFESA A PARTIR DE FONTES  
ABERTAS: SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO  
PARA O PODER NAVAL E DA DEFESA NACIONAL.**

Relatório Técnico apresentado ao Curso de Doutorado Profissional em Estudos Marítimos da Escola de Guerra Naval, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Estudos Marítimos.

**Linha de pesquisa:** Regulação do Uso do Mar, Processo Decisório e Métodos Prospectivos – LP II.

**Área de Concentração:** Defesa, Governança e Segurança Marítimas.

**Orientador:** CMG (RM1) IM Prof. Dr. Claudio Rodrigues Corrêa

**RIO DE JANEIRO  
2024**

T114p Taborda, Francisco Jose Umgeher

Processo de prospectiva para identificação de tecnologias futuras de defesa a partir de fontes abertas : subsídios ao planejamento estratégico para o Poder Naval e da Defesa Nacional/ Francisco José Umgeher Taborda . - Rio de Janeiro, 2024.

152 f. : il.

Relatório Técnico (doutorado profissional) - Escola de Guerra Naval, Programa de Pós Graduação em Estudos Marítimos (PPGEM), 2024.

Orientador: .

Bibliografia: f. 136-142

1. Defesa Nacional – Tecnologia . 2. Inteligência. 3. Mineração - Textos .  
4. Tecnologia – Prospectiva. I. Escola de Guerra Naval (BRASIL). II. Título.

CDD: 355.033

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária  
Cremilda Santos – CRB7/3200  
Biblioteca da Escola de Guerra Naval

**FRANCISCO JOSE UMGEHER TABORDA**

**PROCESSO DE PROSPECTIVA PARA IDENTIFICAÇÃO DE  
TECNOLOGIAS FUTURAS DE DEFESA A PARTIR DE FONTES  
ABERTAS: SUBSÍDIOS AO PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO  
PARA O PODER NAVAL E DA DEFESA NACIONAL.**

Relatório Técnico apresentado ao Curso de Doutorado Profissional em Estudos Marítimos da Escola de Guerra Naval, como parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Doutor em Estudos Marítimos.

**Linha de pesquisa:** Regulação do Uso do Mar, Processo Decisório e Métodos Prospectivos – LP II.

**Área de Concentração:** Defesa, Governança e Segurança Marítimas.

Aprovado em 21 de junho de 2024.

Banca Examinadora

---

**PROF. DR. CLAUDIO RODRIGUES CORRÊA**  
Doutor da Escola de Guerra Naval e da COPPEAD/UFRJ

---

**PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. KETIA KELLEN ARAÚJO DA SILVA**  
Doutora da Escola de Guerra Naval e da PGIE/UFRGS

---

**PROF. DR. THAUAN DOS SANTOS**  
Doutor da Escola de Guerra Naval e da COPPE/UFRJ

---

**PROF. DR. ADERSON CAMPOS PASSOS**  
Doutor do Instituto Militar de Engenharia

---

**PROF<sup>a</sup>. DR<sup>a</sup>. ELAINE COUTINHO MARCIAL**  
Doutora da UnB

---

**PROF. DR. PAULO CÉSAR PÊGAS FERREIRA**  
Doutor da Universidade Federal do Rio de Janeiro (COPPE/UFRJ)

A meus pais que sempre me incentivaram a buscar o conhecimento.  
A minha família, Maria Luisa, Isabella e Bruno que me apoiaram nesse desafio.

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a todos os professores do PPGEM e da EGN que me permitiram chegar até aqui, pelo conhecimento que me foi transmitido e por me mostrarem que há, sempre, muito o que continuar aprendendo, pela atenção e consideração que todos me dedicaram e me ajudaram e superar as dificuldades.

Meu muito obrigado ao pessoal da secretaria do PPGEM que foi impecável na tarefa de nos guiar pelos meandros das tarefas administrativas que tivemos de cumprir para atender às demandas do programa.

Aos professores que compuseram a banca de qualificação e de defesa do trabalho de conclusão meu agradecimento especial pela atenção e pelo tempo dedicado.

À minha família, Maria Luisa, Isabella e Bruno, obrigado por aturarem meu mal humor e ausência quando tive de ler os textos, preparar os trabalhos, assistir as aulas e, principalmente, redigir este relatório.

Obrigado aos meus pais que desde a minha terna infância me mostraram o quão importante é adquirir conhecimento e aplicá-lo em prol dos que estão por perto.

Uma menção especial de agradecimento vai para o meu orientador, Professor Dr. Claudio Rodrigues Corrêa, que me incentivou e me guiou com sabedoria e amizade. É certo que sem sua dedicação e apoio eu não conseguiria chegar até onde cheguei. Sou um eterno devedor e espero poder retribuir à mesma altura, além de conseguir apoiar outros da mesma forma que fui apoiado.

## RESUMO

A prospectiva de tecnologias de defesa é uma tarefa de estado importante para alcançar uma visão de como as tecnologias emergentes e aquelas que potencialmente sugerem evoluções significativas poderão influenciar o desenvolvimento de novos sistemas de defesa. Fontes abertas de tecnologias de defesa estão disponíveis em grande profusão em mídias eletrônicas e devem ser consideradas como uma fonte de inteligência importante para exercícios de prospectiva. O objetivo principal deste Relatório Final de Pesquisa é apresentar uma proposta de processo de prospectiva para identificação de tecnologias futuras de defesa a partir de fontes abertas como subsídio ao planejamento estratégico para o poder naval e a defesa nacional. A revisão de bibliografia sobre o assunto apresenta o resultado da pesquisa realizada e realça os principais conceitos de prospectiva, mineração de textos em geral e *tech mining* – mineração de textos de tecnologia. Esses exercícios podem ser complementados por técnicas bibliométricas, *road mapping* ou metodologia Delphi. Casos de inteligência de tecnologia de defesa capturados de fontes como artigos técnicos, livros, literatura de ficção científica, obras de ficção militar e mídias sociais são analisados para consubstanciar a validade da proposta da pesquisa. As tecnologias futuras de defesa consideradas pelas principais potências militares são listadas e as que são comuns entre elas assinaladas. A metodologia empregada no desenvolvimento da pesquisa e a linha de raciocínio concebida para a idealização do processo de prospectiva de tecnologias futuras de defesa a partir de fontes abertas incluem a pesquisa bibliográfica com resultados agrupados em categorias a partir das expressões chave *defense technology foresight*; *defense technology forecast*; e *techmining* (text mining of science & technology information resources), bem como a topologia de métodos prospectivos de Popper (2008) que relaciona a ficção científica como um dos métodos que focam na capacidade criativa. Para exemplificar a possibilidade de se realizar pesquisa prospectiva a partir de fontes abertas, foram descritas as tecnologias de drones/veículos autônomos e radar/tecnologias furtivas, muito relevantes para aplicação no setor militar-naval e de defesa em geral. Ao final, é apresentada uma proposta para um modelo de processo de prospectiva de tecnologia de defesa a partir de fontes abertas classificadas em 4 tipos de fontes: a) estruturadas; b) semiestruturadas; c) não estruturadas segundo a topologia de Porter (2009) e d) ficções militar e científica. Uma das limitações da pesquisa está relacionada à baixa transparência dos países mais adiantados em divulgar pesquisas e desenvolvimento de tecnologias de defesa, possivelmente em nome da salvaguarda da segurança nacional e da proteção de valioso conhecimento sensível e proprietário gerado, o que, também, pode explicar a pequena quantidade de literatura sobre este tema. Todavia, a bibliografia levantada sobre os

temas se mostrou suficiente para estabelecer a base de conhecimentos necessária para fundamentar a pesquisa. Os resultados, na forma do processo proposto, destacam-se por sua originalidade, ineditismo e aplicabilidade como política pública no setor de defesa nacional, com potencial de subsidiar o processo decisório para reduzir defasagens tecnológicas bem como, particularmente em um país como o Brasil, para a elaboração de cenários operacionais e jogos de guerra, no desenvolvimento de táticas de guerras assimétrica e híbrida no confronto entre forças com tecnologias de níveis muito desiguais

Palavras-chave: prospectiva de tecnologia, mineração de textos, *techmining*, tecnologias de defesa, inteligência.



## ABSTRACT

Defense technology foresight is an important state task to gain insight into how emerging technologies and those that potentially suggest significant developments may influence the development of new defense systems. Open sources of defense technologies are widely available in electronic media and should be considered as an important source of intelligence for foresight exercises. The main objective of this Final Research Report is to present a proposal for a foresight process to identify future defense technologies from open sources as a subsidy for strategic planning for naval power and national defense. The literature review on the subject presents the results of the research carried out and highlights the main concepts of foresight, text mining in general and tech mining – mining of technology texts. These exercises can be complemented by bibliometric techniques, road mapping or Delphi methodology. Defense technology intelligence cases captured from sources such as technical articles, books, science fiction literature, military fiction works and social media are analyzed to substantiate the validity of the research proposal. The future defense technologies considered by the main military powers are listed and those that are common among them are highlighted. The methodology used in the development of the research and the line of reasoning conceived for the idealization of the process of prospective future defense technologies from open sources include bibliographic research with results grouped into categories based on the key expressions defense technology foresight; defense technology forecast; and techmining (text mining of science & technology information resources), as well as the topology of prospective methods by Popper (2008) that relates science fiction as one of the methods that focus on creative capacity. To exemplify the possibility of conducting prospective research from open sources, the technologies of drones/autonomous vehicles and radar/stealth technologies were described, which are very relevant for application in the military-naval and defense sectors in general. Finally, a proposal is presented for a process model for prospective defense technologies from open sources classified into 4 types of sources: a) structured; b) semi-structured; c) not structured according to Porter's topology (2009) and d) military and scientific fictions. One of the limitations of the research is related to the low transparency of the most advanced countries in disclosing research and development of defense technologies, possibly in the name of safeguarding national security and protecting valuable sensitive and proprietary knowledge generated, which may also explain the small amount of literature on this topic. However, the bibliography raised on the topics proved to be sufficient to establish the knowledge base necessary to support the research. The results, in the form of the proposed process, stand out for their originality, novelty and applicability as a public

policy in the national defense sector, with the potential to support the decision-making process to reduce technological gaps as well as, particularly in a country like Brazil, for the elaboration of operational scenarios and war games, in the development of asymmetric and hybrid warfare tactics in the confrontation between forces with very unequal levels of technology.

Keywords: technology foresight, text mining, techmining, defense technologies, intelligence.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 01 – Facsimile do New York Times de 01-07-1972 .....	21
Figura 02 – Diamante de métodos prospectivos de Popper .....	34
Figura 03 – Taxa de frequência de métodos aplicados em casos de prospectiva .....	35
Figura 04 – Natureza dos métodos prospectivo mais empregados (% dos casos) .....	36
Figura 05 – Capacidades dos métodos de prospectiva mais usa- dos .....	37
Figura 06 – Sequência de atividades para a revisão de literatura .....	49
Figura 07 – O processo da prospectiva .....	61
Figura 08 – O processo de mineração de textos .....	62
Figura 09 – Modelo de processo <i>roadmapping</i> e mineração de textos .....	63
Figura 10 – Comparação entre publicações públicas e científicas .....	64
Figura 11 – Prospectiva com mineração de textos: pensamentos quantitativo e qualitativo .....	64
Figura 12 – Gravura do Nautilus em 20.000 Leagues Under de Seas (1875) .....	69
Figura 13 – Maquete do submarino Plonguer .....	70
Figura 14 – Science Fiction Futures – Capa .....	75
Figura 15 – Esquemas de pintura do F-5 Tiger II – camuflagem visual .....	79
Figura 16 – Superfícies geradoras de radiação IV de uma aéro- nave .....	80
Figura 17 – Comparação de SRR entre aeronave convencional e aeronave furtiva .....	85
Figura 18 – Comparação de SRR de aeronaves militares .....	86
Figura 19 – British Aerial Target, em 1917, e Queen Bee, em 1941 .....	87
Figura 20 – Protótipo de B-17 adaptado como VANT em voo de teste no Havai, em 1946 .....	87
Figura 21 – DASH a bordo do DD-692 no Vietnam entre abril e junho de 1967 .....	88
Figura 22 – RQ-4 Global Hawk .....	90
Figura 23 – MQ-4C Triton .....	90
Figura 24 – MQ-9 Reaper .....	91
Figura 25 – Exemplos de drones de pequeno porte .....	93

Figura 26 – Nano drones militares .....	93
Figura 27 – Contra capa de The Cruizer .....	96
Figura 28 – Implantação de bases de mísseis na China .....	106
Figura 29 – Recuperação de defasagem tecnológica por absor- ção de tecnologia .....	108
Figura 30 – Gerações de tecnologia que convivem em um deter- minado momento .....	109
Figura 31 – Proposta inicial de um processo de prospectiva de tecnologias de defesa a partir de fontes não classifi- cadas .....	127
Figura 32 – Proposta de pesquisa futura .....	134

## LISTA DE TABELAS

Tabela 01 – Definições e contextualização para Technology Foresight e Technology Forecast .....	33
Tabela 02 – Sumário dos artigos resultantes da busca com a chave “Defense Technology Foresight” .....	41
Tabela 03 – Sumário dos artigos resultantes da busca com a chave “Defense Technology Forecast” .....	46
Tabela 04 – Sumário dos artigos resultantes da busca com a chave “Text Mining for Technology Foresight” .....	56
Tabela 05 – Tipos de informações para techmining .....	60
Tabela 06 – Titan X Titanic .....	72
Tabela 07 – Principais tecnologias emergentes .....	106
Tabela A1 – Relação de livros de David Poyer .....	144
Tabela A2 – Relação de livros de James Rosone e Miranda Watson/Alex Aaronson .....	148
Tabela A3 – Relação de livros de FX Holden .....	150
Tabela A4 – Relação de livros de David Bruns 3 J. R. Olson .....	151

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AGITEC	Agência de Gestão e Inovação Tecnológica do Exército Brasileiro
AI	Artificial Intelligence
CGEE	Centro de Gestão e Estudos Estratégicos
CRS	Congressional Research Service
CT&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
CV	Ciclo de Vida
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency
DCT	Departamento de Ciência de Tecnologia (do Exército Brasileiro)
DCTA	Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial
DGDNTM	Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha
EB	Exército Brasileiro
EMP	Electromagnetic Pulse
EUA	Estados Unidos da América
FAB	Força Aérea Brasileira
IA	Inteligência artificial
IR	Infra-red
ITAR	International Traffic in Arms Regulation
IV	Infravermelho
MB	Marinha do Brasil
MCTI	Ministério da Ciência Tecnologia e Inovações
MD	Ministério da Defesa
NATO	North Atlantic Treaty Organization
NTDS	Naval Tactical Data System
OCCAR	Organization Conjoint de Coopération en matière d'ARmement
OLP	Organização para Libertação da Palestina
OM	Organização Militar
ONU	Organização das Nações Unidas
OTAN	Organização do Tratado do Atlântico Norte

P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PEM	Pulso Eletromagnético
PLA	People Liberation Army (Exército de Libertação Popular da China)
RCS	Radar Cross Section
RN	Royal Navy
RPV	Remotely Piloted Vehicle
SEPROD	Secretaria de Produtos de Defesa do Ministério da Defesa
SD	Sistemas de Defesa
SRR	Seção Reta Radar
TCD	Trabalho de Conclusão de Doutorado
TRL	Technology Readiness Level
UAV	Unmanned Aerial Vehicle
USA	United States Army
USA	United States of America
USAF	United States Air Force
USMC	United States Marine Corps
USN	United States Navy
USNA	United States Naval Academy
USNI	United States Navy Institute
USNI Press	United States Navy Institute Press
VANT	Veículo Aéreo não Tripulado
WSO	Weapons Systems Officer

## DEFINIÇÕES

**Geopolítica:** – É o estudo de como o poder político é reforçado ou enfraquecido pelos arranjos geográficos como fronteiras, coalisões, redes espaciais, recursos naturais, etc... (Storey, 2009)

**Guerra assimétrica:** tipo de guerra que incorpora estratégias e táticas não convencionais adotadas por uma força quando as capacidades militares das potências beligerantes não são simplesmente desiguais, mas são tão significativamente diferentes que não podem realizar o mesmo tipo de ataques entre si<sup>1</sup>.

**Guerra híbrida:** tipo de guerra que incorpora uma gama de modos diferentes de combater, incluindo capacidades convencionais; formações e táticas irregulares; atos terroristas, incluindo violência e coação indiscriminada; e desordem criminosa (Hoffman, 2007)

**Inteligência artificial (IA):** sistemas de informação computacionais que possuem capacidade cognitiva comparáveis a do ser humano (Sayler, 2024).

**Inteligência Artificial (IA) estreita:** sistemas de informação computacionais capazes de executar apenas tarefas específicas para as quais foram treinados (Sayler, 2024).

**Inteligência Artificial (IA) Geral:** sistemas de informação computacionais capazes de executar um grande número de tarefas, inclusive aquelas para as quais eles não foram treinados (Sayler, 2024).

**Inteligência Artificial Superinteligente:** sistemas de informações computacionais que excedem largamente a capacidade cognitiva dos seres humanos, virtualmente, em todos os domínios de interesse (Sayler, 2024).

**Seção reta radar:** é a área equivalente de um alvo visto pelo radar<sup>2</sup>. Pode ser definida como o coeficiente de reflexão entre a potência refletida por um alvo na direção da fonte emissora e a potência emitida pela fonte emissora, nessa mesma direção, medido em um ângulo sólido unitário multiplicado por  $4\pi$  (Fink; Christiansen, 1989).

---

<sup>1</sup> Britannica. Disponível em: <https://www.britannica.com/topic/asymmetrical-warfare>. Acessado em: 12 abr 24.

<sup>2</sup> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/radar-cross-section>. Acessado em: 10 abr 2024.



**Tecnologia dual:** tecnologias embutidas em dispositivos e software que podem ser usadas tanto em aplicações militares como em aplicações civis<sup>3</sup>.

**Tecnologia Furtiva:** tradução de Tecnologia Stealth para o português.

**Tecnologia Stealth:** aplicação pura de descobertas científicas no estado da arte tecnológica para ocultar aeronaves através do despistamento ou da eliminação das capacidades de detecção do inimigo (Jones, 1989).

---

<sup>3</sup> Adaptado de do sítio da União Européia, disponível em: [https://policy.trade.ec.europa.eu/help-exporters-and-importers/exporting-dual-use-items\\_en#:~:text=Dual%2Duse%20items%20are%20goods,both%20civilian%20and%20military%20applications](https://policy.trade.ec.europa.eu/help-exporters-and-importers/exporting-dual-use-items_en#:~:text=Dual%2Duse%20items%20are%20goods,both%20civilian%20and%20military%20applications). Acessado em: 12 abr 2024.

## SUMÁRIO

1	Introdução .....	20
2	Referencial teórico .....	28
2.1	<i>Foresight</i> : prospectiva ou prospecção.....	28
2.2	A prospectiva para ciência e tecnologia .....	32
2.2.1	Technology forecast e technology foresight .....	32
2.2.2	Dos atributos e dos métodos da prospectiva de tecnologia.....	35
2.3	Prospectiva de tecnologia de defesa.....	39
2.4	Defense technology forecast .....	45
3	Metodologia .....	50
3.1	Limitações da pesquisa .....	53
4	Elementos do arcabouço do processo proposto .....	56
4.1	A mineração de textos tecnológicos para a prospectiva de tecnologia .....	56
4.2	<i>Techmining</i> : conceitualização .....	60
4.3	Literatura de ficção – definições .....	67
4.3.1	Obra de ficção .....	67
4.3.2	Obra de ficção científica .....	67
4.3.3	Obra de Ficção Militar .....	68
4.4	Ficção científica como fonte de inteligência para prospectiva de tecnologia de defesa .....	69
4.5	Exemplos de “sementes de futuro” na área de sistemas de defesa na literatura aberta .....	77
4.5.1	Contextualização .....	77
4.5.2	Tecnologia furtiva - <i>stealth</i> .....	79
4.5.3	O caso do F-117A Nighthawk.....	82
4.5.4	Considerações sobre o uso das informações sobre aeronaves furtivas .....	84
4.6	Veículos Aéreos Não Tripulados - <i>drones</i> .....	87
4.6.1	Veículos Autônomos, Inteligência Artificial e emprego de drones no futuro .....	93
4.7	A ficção militar: fonte de informação para a prospectiva de tecnologias de defesa .....	95
4.8	Literatura sobre tecnologia de defesa não ficção .....	103

4.9	Informações sobre tecnologias militares emergentes em fontes abertas.....	111
4.10	Qualificação da maturidade da tecnologia .....	121
5	Proposta de um processo de prospectiva de tecnologia a partir de fontes abertas.....	122
5.1	Contextualização e concepção do arcabouço da proposta .....	122
5.2	Definição do objeto de prospectiva.....	124
5.3	Coleta estruturada e registro dos dados.....	125
5.3.1	Fontes estruturadas.....	125
5.3.2	Fontes semiestruturadas .....	125
5.3.3	Fontes não estruturadas .....	126
5.3.4	Obras de ficção científica e ficção militar.....	126
5.3.5	Da estrutura do processo .....	126
5.4	Mapeamento do estado da arte.....	129
5.5	Produtos do processo .....	129
6	Conclusão.....	130
6.1	Sugestões de pesquisa futura.....	134
7	Referências.....	136
	Anexo A – Bibliografia inicial de ficção militar sugerida .....	143

## 1 Introdução

A profusão de mídias, físicas e eletrônicas, disponíveis atualmente tem de ser tratada como uma fonte de informações de inteligência (Porter, 2009). Inteligência no sentido de dados ou informações que, uma vez processadas, poderão compilar um quadro ou cenário estratégico a respeito um determinado assunto. A informação de inteligência científica é fundamental para a prospectiva de tecnologias futuras, pedra angular da criação de cenários futuros para tomadas de decisões estratégicas no âmbito do desenvolvimento de tecnologia.

A manutenção do Poder Naval de uma país – a componente militar de seu Poder Marítimo – está diretamente relacionada com a atualização tecnológica de seus meios necessários para assegurar a soberania do Estado em sua área de jurisdição (áreas ribeirinhas, mar territorial, zona econômica exclusiva e sua extensão, de acordo com os tratados em vigor e jurisprudência firmada). Esse poder, também, deve estar preparado para garantir o tráfego marítimo e todas as atividades necessárias para resguardar o comércio internacional marítimo necessário à segurança do país.

No contexto moderno, as operações de defesa só são eficientes quando forças de mar, terra, ar e espaço são combinadas e coordenadas de forma a otimizar recursos para maximizar os resultados. Portanto, no que diz respeito à prospectiva de tecnologia, os achados deste trabalho se aplicam aos 4 domínios da defesa de um país

No âmbito da segurança e defesa a prospectiva de tecnologia é ferramenta essencial para a elaboração de cenários de defesa; tomada de decisão para o desenvolvimento de novas tecnologias e sistemas de armas; elaboração de jogos de guerra; dimensionamento de forças; e, até mesmo, estabelecimento de doutrinas.

No passado, tinha-se como certo que o setor de defesa era aquele que detinha a tecnologia mais adiantada. A provável causa disto eram as guerras que demandavam intensivamente novas tecnologias (Arquilla, 2020) para vencer o inimigo o que obrigava os países desenvolvidos investir muito em novas tecnologias para se contrapor ao inimigo do momento. Bons exemplos disto foram o desenvolvimento e aperfeiçoamento acelerado do radar durante a Segunda Guerra, o aparecimento do sonar na Grande Guerra, a ideia de pressurização do piloto de combate que tinha a sua disposição aeronaves que voavam cada vez a maiores altitudes, onde o ar rarefeito não pode sustentar a vida, também, na Segunda Guerra Mundial. Um subproduto da tecnologia do radar é o forno de micro-ondas que esquentam nossas refeições com ondas eletromagnéticas

produzidas por uma magnetron que, por sua vez, foi o primeiro dispositivo que viabilizou o radar<sup>4</sup>.

O sonar, com o conceito de usar ondas sonoras para detectar submarinos debaixo d'água, forneceu a base teórica para, tempos depois, com o auxílio do processamento digital, se desenvolver a ultrassonografia, a ecocardiografia e as inspeções estruturais por ultrassom<sup>5</sup>.

Contudo, é importante considerar que o desenvolvimento tecnológico científico acadêmico privado para, por exemplo, atender à necessidade de processamento de *big data*, exploração do espaço sideral, estudos da física do átomo, tecnologia de novos materiais e fontes de energia, entre outros, tem evoluído a passos largos. Em algumas situações essas tecnologias são, simplesmente, absorvidas pelos sistemas de defesa em desenvolvimento como no caso das baterias de lítio, materiais compósitos, o grafeno ou ligas especiais que suportam condições extremas. Um dos exemplos mais antigos desse tipo de migração foi quando a Força Aérea dos Estados Unidos instalou câmeras comerciais da Sony japonesa em bombas antigas convencionas que,

---

<sup>4</sup> Disponível em <https://www.simple-stem.com/articles/the-magnetron-the-device-that-created-radar-and-the-microwave-oven>. Acessado em 02 abr 2024

#### **The Magnetron and the Birth of the Microwave Oven**

An unexpected application of the magnetron emerged in the 1940s, leading to the invention of the microwave oven. The story begins with Percy Spencer, an American engineer working for the Raytheon Company. While testing a magnetron for radar equipment, Spencer noticed a candy bar in his pocket had melted. Intrigued, he investigated further and discovered that the microwaves generated by the magnetron were responsible. Seeing potential in this accidental discovery, Spencer and Raytheon developed the first microwave oven, initially called the "Radarange." The magnetron's capacity to generate heat quickly and efficiently revolutionized cooking, transforming the landscape of household appliances and the culinary world.

<sup>5</sup> Disponível em: <https://www.tutorchase.com/answers/igcse/physics/what-is-the-principle-behind-sonar-and-ultrasound-imaging> Acessado em 02 abr 2024

#### **What is the principle behind sonar and ultrasound imaging?**

The principle behind sonar and ultrasound imaging is the reflection of sound waves and their interpretation. Sonar, which stands for Sound Navigation and Ranging, and ultrasound imaging both operate on the principle of echolocation. This involves emitting sound waves and interpreting the echoes that are reflected back. The time it takes for the echo to return can be used to calculate the distance to an object, while the strength of the echo can give information about the object's size and composition.

In sonar, a sound wave is produced and sent out into the water. When this wave hits an object, such as a school of fish or the seabed, some of the sound is reflected back towards the source. By measuring the time it takes for the echo to return, the distance to the object can be calculated. This is because the speed of sound in water is known, so the time taken for the echo to return can be used to work out the distance travelled by the sound wave. Sonar is commonly used in marine navigation and fishing to detect underwater objects.

Ultrasound imaging, also known as sonography, works in a similar way but uses higher frequency sound waves that are beyond the range of human hearing. These waves are sent into the body and when they hit a boundary between tissues, some of the wave is reflected back to the probe. The time taken for the echoes to return can be used to create an image of the inside of the body. Different types of tissues reflect sound waves differently, so this can also give information about the structure and composition of the tissues. Ultrasound imaging is commonly used in medicine for diagnostic purposes, such as in prenatal scans and to detect abnormalities in organs.

com a adição de superfícies de controle, criaram as primeiras bombas inteligentes e foram usadas na Guerra do Vietnã<sup>6</sup>.

Figura 01 – Facsimile do New York Times de 01-07-1972



<sup>6</sup> Disponível em: <https://www.nytimes.com/1972/07/01/archives/sony-protests-use-of-its-tvs-on-bombs.html>. Acessado em 03 abr 2024

The New Your Times, 30 jun 1973. "TOKYO, June 30 (UPI)— The Sony Corporation protested today that its products were being used in the Vietnam war without its knowledge.

Akio Morita, president of Japan's leading television maker, sent the protest to the United States Ambassador, Robert S. Ingersoll, after the disclosure yesterday in Saigon that Sony TV cameras and receivers were being used to guide 1,000-pound "smart" bombs to targets in North Vietnam with pinpoint accuracy.

Col. Carl Miller, commander of the Thailand-based Eighth Tactical Fighter Wing, told reporters the Sony equipment had guided bombs dropped by United States jets in scores of devastating raids in recent weeks. He said he believed the Japanese equipment was chosen over United States television systems because it was superior. The company expressed surprise that its product was being used to guide the bombs and said it new nothing about it until Colonel Miller's disclosure.

In his protest, Mr. Morita said the use of Sony products in the conduct of war was contrary to company policy. Acessado em 28 mar 2024.

A redução dos gastos com defesa e a diminuição dos orçamentos de pesquisa (Mavris; Soban, 2013) demandam um esforço extra na otimização da alocação de recursos para o desenvolvimento de novas tecnologias e novos sistemas de armas. Ainda, a inflação da área de defesa tem sido maior que a inflação da economia dos países (Hartley, 2015) gerando um processo de escalada de custos que demanda um cuidado especial com a gestão orçamentária de defesa. A prospectiva de tecnologias futuras de defesa e a avaliação de cenários possíveis pode contribuir para a alocação de recursos em sistemas e tecnologias que tenham melhor relação de custo-benefício. Ainda, esse conhecimento pode ser empregado para o desenvolvimento de táticas e estratégias de guerras<sup>7</sup> híbrida e assimétrica quando se considera o embate entre uma força tecnologicamente desenvolvida e outra que possua meios reconhecidamente inferiores em qualidade e quantidade.

Neste trabalho as fontes abertas de informação consideradas são: artigos técnicos; anais de seminários, simpósios e feiras; registros de conversas com especialistas, revistas e boletins de defesa e segurança; relatórios ostensivos de defesa e segurança; brochuras de fabricantes; artigos tecnológicos; ficção militar e ficção científica; e mídias sociais como blogs e sítios que tratem de assuntos de defesa ou tecnologia. Apesar do variado grau de rigor científico que essas fontes possam ter, este trabalho levanta e discute casos e argumentos na busca por evidenciar o valor informacional dessas fontes e sua aplicabilidade num sistema de prospectiva tecnológica de defesa.

Este trabalho de conclusão de doutorado tem formato de Relatório Final de Pesquisa sobre o desenvolvimento de um processo. Ele se difere dos programas de pós-graduação acadêmicos por ter ênfase na pesquisa aplicada, como é estabelecido para um Programa de Doutorado Profissional nos formatos elencados no Regulamento do PPGEM/EGN para os Trabalhos de Conclusão de Curso

O objetivo principal deste Relatório Final de Pesquisa é apresentar uma proposta de processo de prospectiva para identificação de tecnologias futuras de defesa a partir de fontes abertas como subsídio ao planejamento estratégico para o poder naval e a defesa nacional. Objetivos secundários do trabalho são: a) aquilatar a relevância do tema prospectiva de tecnologia de defesa a partir de fontes abertas na produção de trabalhos acadêmicos sobre a prospecção de tecnologia de defesa que está diretamente relacionado à pergunta de pesquisa de bibliografia

---

<sup>7</sup> Nos elementos pré-textuais deste relatório, há uma lista de 11 definições consideradas basilares para sua leitura. 4 se referem à Inteligência Artificial e 2 aos tipos de guerras.

que deu sustentação teórica a este trabalho e b) avaliar o papel que literatura de ficção pode desempenhar na prospectiva de tecnologias futuras de defesa, seus empregos possíveis e implicações que podem ter na formulação de táticas e doutrinas. Faz-se mister registrar que esses objetivos secundários são aplicáveis tanto para o benefício da evolução do Poder Naval como dos demais poderes militares da nação que, na medida do possível, precisam se atualizar com novas tecnologias e ameaças.

Para atingir esses objetivos, são trazidos argumentos e evidências de que a literatura aberta pode fornecer informações valiosas para prospectiva de tecnologias de defesa futuras além de contribuir para a compilação e análise de cenários possíveis que viabilizem uma melhor alocação de recursos em projetos de desenvolvimento de tecnologias de defesa a custos reduzidos empregando meios disponíveis nas organizações militares.

O presente trabalho está inserido na linha de pesquisa “Regulação do uso do mar, processo decisório e métodos prospectivos”, na área de concentração “Defesa, Governança, e Segurança marítima”, do Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos da Escola de Guerra Naval (PPGEM/EGN). Também se insere no projeto “Prospectiva para Segurança e Defesa” do Programa de Cooperação Acadêmica em Defesa (PROCAD-Defesa), coordenado pela Escola de Guerra Naval (EGN) e no Grupo de Pesquisa “Cenários Prospectivos de Segurança e Defesa” do Laboratório de Simulações e Cenários (LSC) da EGN.

Por ser um trabalho de conclusão de doutorado profissional, cabem ser destacados seus aspectos quanto à inovação, à complexidade e à aplicabilidade notadamente na contribuição para aperfeiçoamento de políticas públicas do setor de defesa nacional.

O caráter inovador deste trabalho se deve ao modelo de processo único proposto para utilização de informações abertas para a prospectiva de tecnologia de defesa pelo emprego de recursos físicos e humanos já disponíveis nas instituições com o suporte de uma infraestrutura gerencial mínima. Recursos existentes nos centros de jogos de guerra e nos laboratórios de simulações e cenários ao usarem essas informações poderão prover uma realimentação ao processo de prospectiva para que se atinja objetivos definidos.

O conceito de inovação é muito amplo, mas em linhas gerais, pode-se definir como a ação ou ato de inovar, podendo ser uma modificação de algo já existente ou a criação de algo novo. Nos termos da Lei da Inovação, inovação é a “introdução de novidade ou aperfeiçoamento no ambiente produtivo e social que resulte em novos produtos, serviços ou processos ou que compreenda a agregação de novas funcionalidades ou características a produto, serviço ou processo já



existente que possa resultar em melhorias e em efetivo ganho de qualidade ou desempenho” (Lei nº 10.973/2004). Tal classificação de inovação se baseia apenas na produção de conhecimento per se, ou seja, sem referência a usabilidade, complexidade, impacto ou qualquer outra característica da produção.

Considerando este escopo, a produção desta pesquisa tem seu teor inovativo pela combinação original de conhecimentos existentes e já registrados de alguma forma. Sua base é a coleta e organização de dados, informações e conhecimento de domínio público sobre assuntos pré-selecionados para atender a uma necessidade específica e que são processados levando em consideração elementos qualitativos de análise de contexto geopolítico e estratégicos no que tange a iniciativas de superação de gargalos tecnológicos e circunstanciais no que concerne a um eventual desenvolvimento de doutrinas, podendo chegar até o nível tático.

Sobre a complexidade, trata-se de uma propriedade associada à diversidade de atores, relações e conhecimentos necessários à elaboração e ao desenvolvimento de produtos técnico-tecnológicos. Neste sentido, a produção desta pesquisa é de alta complexidade por ter sido desenvolvida considerando a sinergia, ou associação, de diferentes tipos de conhecimento e preconizar a interação de múltiplos atores (laboratórios, organizações, fontes de informação, etc.) com multiplicidade de conhecimento identificável nas etapas e soluções geradas, bem como envolvendo a resolução de conflitos cognitivos entre os atores partícipes. Combina conhecimentos já registrados em algum tipo de meio, ainda que não sejam definitivamente estáveis dado, primeiro, pela característica não estrutural (Kayser; Blind, 2016) de fontes como blogs, chats e mídias sociais e, em segundo lugar, pela volatilidade de premissas feitas a partir de tecnologias que se encontram, muitas vezes, nos primórdios de sua evolução.

A aplicabilidade de uma produção está relacionada à facilidade com que se pode empregar o produto para de atingir os objetivos específicos para os quais foi desenvolvido. Entende-se que uma produção que possua alta aplicabilidade, apresentará uma abrangência elevada, ou que poderá ser potencialmente elevada, incluindo possibilidades de replicabilidade como produção técnica. O conhecimento compilado de forma distinta e sua apresentação acadêmico-profissional registrados neste relatório contribuem para o desenvolvimento de processos de prospectivas de tecnologia de defesa simples em formato que facilita sua usabilidade prática para os agentes públicos, que usam recursos disponíveis e com baixo custo, o que lhe confere um grau de alta aplicabilidade.

Quanto ao critério de amplitude da inovação este relatório se enquadra como uma produção de médio teor inovativo. Combina a coleta organizada de conhecimentos de domínio público sobre assuntos pré-selecionados para atender a uma necessidade específica e que poderão ser processados posteriormente levando em consideração elementos qualitativos de análise de contexto geopolítico, estratégicos no que tange a iniciativas de superação de gargalos tecnológicos e circunstanciais no que concerne a um eventual desenvolvimento de doutrinas podendo chegar até o nível tático.

O Capítulo 2 apresenta o referencial teórico levantado durante a pesquisa para a realização deste trabalho. Começa com a apresentação da definição do que é prospectiva tecnológica a partir da terminologia em inglês *technology foresight*. Em seguida vem com a explicação dos motivos pelos quais o vocábulo *foresight*, da língua inglesa, é melhor traduzido pela palavra prospectiva, e não por prospecção. A ambiguidade dos termos *technology forecast* e *technology foresight* é explicada e mostrada como ela é entendida em diferentes contextos. Os atributos dos métodos prospectivos de tecnologia são apresentados, principalmente com base no trabalho de Popper (2008). Ao final são relacionados e sumarizados os artigos encontrados na pesquisa bibliográfica.

O Capítulo 3 tem o propósito de descrever a metodologia empregada para reunir o referencial teórico e para o desenvolvimento da pesquisa, para consolidar os achados e sobre os principais fundamentos construídos para a elaboração do processo de prospectiva de tecnologias futuras de defesa a partir de fontes abertas.

O capítulo 4 discorre sobre os elementos que fundamentarão o arcabouço do processo proposto. Fala da mineração de textos tecnológicos (*techmining*) como uma ferramenta da prospectiva de tecnologia, discorre sobre fontes abertas como objeto de informações para a prospectiva, e tece as primeiras considerações sobre o emprego da prospectiva no planejamento para o futuro. Examina as obras de ficção como fontes de informação para exercícios de prospectiva e explicita o potencial das obras de ficção científica e militar na prospectiva de tecnologias militares futuras. Apresenta, ainda, 2 “sementes de futuro” na área de sistemas de defesa na literatura aberta em um esforço para mostrar como informações públicas disponíveis em um determinado momento podem ensejar estudos prospectivos de futuro. Foram utilizados dois casos: a tecnologia de veículos aéreos não tripulados e o binômio tecnologia radar e tecnologia furtiva (*stealth*). São tecnologias com mais de 75 anos desde a sua concepção e permitem um levantamento histórico de suas evoluções bastante rico. Parte desse capítulo, também, é dedicada a explorar o potencial da ficção militar com fonte de informação para a prospectiva de tecnologias futuras de defesa.

São citadas algumas obras escolhidas e delas são retirados exemplo que contribuem para o objetivo deste trabalho. O perfil profissional dos autores das obras de ficção militar é comentado e alguns autores são mencionados junto com seus principais trabalhos. Obras de ficção militar não só exploram o potencial de novas tecnologias aplicadas a sistemas de defesa complexos, como procuram inferir como possíveis conflitos futuros podem afetar a sociedade e as pessoas neles envolvidas.

Ainda, o Capítulo 4 discorre sobre as possibilidades da literatura sobre tecnologia de defesa não ficção como coadjuvante na prospectiva de tecnologias futuras de defesa. Referências elaboradas por autores técnicos, documentaristas e publicações de mídia são levantadas e consideradas. O potencial dessas descobertas é analisado e estendido para contribuir na concepção do modelo de prospectiva proposto. Tecnologias militares emergentes são inventariadas segundo o critério e prioridade atribuída pelas maiores potências militares. Publicações do *Congressional Research Service* dos Estados Unidos são objeto de referência tanto quanto as de organizações similares na Comunidade Europeia e países como a Rússia, China, Reino Unido e França. As principais tecnologias emergentes consideradas por essas organizações e países são listadas e fontes de informação enumeradas. Fontes de fornecedores de sistema de defesa e de publicações sobre temas de defesa, também, são listadas, além de blogs dedicados a temas militares.

O Capítulo 5 apresenta a proposta do processo de prospectiva de tecnologias futuras de defesa a partir de fontes abertas. As fases, fontes e produto final são explicados. Um diagrama de como o processo é estruturado, também, é apresentado.

O Capítulo 6 apresenta as limitações deste trabalho decorrentes do método de pesquisa, da dificuldade de acesso à informações, da limitação de artigos técnicos publicados sobre o assunto.

O Capítulo 7 é a conclusão do trabalho de pesquisa. Discorre sobre os achados da pesquisa e procura explicar como as questões propostas foram atendidas ao longo do trabalho. Também, são feitas sugestões de desdobramentos futuros deste trabalho como a possível concepção de um modelo de prospectiva de tecnologias futuras de defesa a partir do resultado obtido pelo processo de sugerido neste trabalho.

O Anexo A é uma relação de alguns dos principais autores de ficção militar e de suas principais obras.

## 2 Referencial teórico

Este capítulo visa apresentar os conceitos básicos sobre a prospectiva de tecnologia, como ela pode ser organizada, as diversas formas em que ela pode ser apresentada e algumas ferramentas que a complementam, associadas ao contexto dos exercícios de prospectiva em tela. Em que pese a pesquisa bibliográfica não ter apresentado resultados significativos para o tema prospectiva de tecnologia futura de defesa a partir da literatura aberta, entende-se que o caso geral da prospectiva de tecnologia futura é capaz de fornecer o referencial teórico básico para estender os mesmos conceitos para a prospectiva de tecnologias futuras de defesa, inclusive para o tema estudado, usando a literatura aberta. Os elementos aqui trazidos, no contexto amplo abordado por este TCD, serão basilares para a sustentação teórica dos aspectos analisados no restante do trabalho e contribuem para o objetivo final do trabalho.

Também é apresentado o resultado da revisão de literatura sobre a prospectiva de tecnologia de defesa a partir da literatura aberta e inclui um sumário da bibliografia dos artigos que apresentaram maior correlação com o tema. Foi organizado em 3 seções, a saber: a) artigos sobre prospectiva de tecnologia de defesa usando a expressão chave *defense technology foresight* (Prospectiva de Tecnologia de Defesa); b) artigos usando a expressão chave *defense technology forecast* (Prospecção de Tecnologia de Defesa); e c) artigos com a expressão chave *text mining + technology foresight* (Mineração de Textos + Prospectiva de Tecnologia).

### 2.1 *Foresight*: prospectiva ou prospecção

O Professor Valdir Ermida, no prefácio da edição brasileira do livro *Prospectiva para Ciência, Tecnologia e Inovação* (Miles; Oskan; Sokolov, 2021) registra que, no Brasil, a utilização dos vocábulos prospectiva, prospecção e *foresight* é pouco rigorosa. Ele propõe, em seu texto, através de uma rigorosa fundamentação, a adoção do vocábulo prospectiva e não prospecção como a melhor versão de *foresight*, na língua portuguesa. E é esta definição que será utilizada neste trabalho.

Ermida demonstra porque, em português, prospectiva, e não prospecção, é a melhor tradução para o vocábulo *foresight*, primeiro recorrendo a verbetes de dicionários em português, inglês e francês. Para o português ele reproduz o verbete de 3 dicionários que definem a palavra prospectiva, a saber:

Dicionário *Houaiss*

Prospectiva s.f. (1623) 1 m.q. PERSPECTIVA (‘vista ao longe’) 2 conjunto de pesquisas a respeito de fenômenos técnicos, tecnológicos e científicos, econômicos, sociais etc., que procura prever a evolução futura das sociedades 3 m.q. AVENIDA – ETIM fem. substv. de prospectivo (Houaiss, Villar & Franco, 2009)

## Dicionário Aurélio, apenas no masculino

Prospectivo. [Do lat. *prospectivus*] *Adj.* 1. Que faz ver adiante, ou ao longe. 2. Concernente ao futuro: *crítica prospectiva: visão prospectiva.* [Var.: *prospectiva.*]

Dicionário *Priberum* on line:

prospectiva

pros·pec·ti·va |èct|

substantivo feminino

Estudo das causas técnicas, científicas, econômicas e sociais que aceleram a evolução do mundo moderno e previsão das situações que poderiam derivar de suas influências conjugadas.

Grafia em Portugal: *prospetiva.*

Palavras relacionadas: prospectivo, prospectivamente, prospectividade.

A partir dos verbetes acima o Professor Valdir Ermida ressalta que a concepção da palavra prospectiva está relacionada ao futuro.

Ainda, para dirimir eventuais dúvidas Ermida recorre aos mesmos dicionários para conferir o significado de prospecção.

Dicionário *Houaiss*

prospecção. [Do ingl. *prospection*] S.f. Método ou técnica empregada para localizar e calcular valor econômico das jazidas minerais. - Prospecção geotécnica. *Constr.* Conjunto de operações destinadas a determinar a natureza, à disposição, os acidentes e outras características as de um terreno em que se vai realizar uma obra.

Dicionário *Aurélio*

prospecção s.f. (sXX) 1 ato ou efeito de prospectar 2 conjunto de técnicas relativas a pesquisa, localização precisa e estudo preliminar de uma jazida mineral ou petrolífera (*fazer p. de petróleo*) 3 p. *metf.* sondagem dos sentimentos e pensamentos alheios ETIM lat. *prospectio, ōnis* ‘vista de olhos lançada ao futuro’.

Dicionário *Priberum* on line:

prospecção

pros·pec·ção |èçç|

(latim tardio *prospectio*, -onis)

substantivo feminino

1. Ação de prospectar.
  2. Sondagem, exame do terreno para descobrir um filão mineral ou uma jazida de petrolífera.
  3. Estuda das saídas que um mercado oferece.
  4. Procura de financiadores ou de clientes.
- Grafia em Portugal: prospecção.
- Palavras relacionadas: bioprospecção, petrolífero, prospectar, geomineiro, prospectivo, prospecto, prospector

Com as definições providas pelos verbetes acima Ermida reforça o cunho geológico da palavra *prospecção* sem qualquer referência ao futuro.

Ao rever o conteúdo de verbetes em francês dos dicionários *Larousse* e da Academia Francesa para a palavra *prospective* Ermida conclui pela semelhança dessas definições às encontradas para a língua portuguesa. Lembra, ainda, que tanto para o português como para o francês, a palavra *prospecção* ou *prospection* se relaciona à pesquisa de mercado potencial e, também, com um sentido de *prospecção* de jazidas, eventualmente, aplicada a outros domínios.

Para correlacionar a palavra *prospectiva* à palavra *prospection* o Professor Valdir Ermida recorre ao dicionário americano *Merrian Webster*:

*prospection noun*

pro·spec·tion | \prə'speckshən\

plural -s

Definition of *prospection*

1: the act of anticipating: FORESIGHT

2: the act of viewing

3: the act of exploring (as for gold)

Ainda, com as definições da palavra *foresight* pelo dicionário *Oxford*, pesquisada por Ermida,

*foresight noun*

/'fɔ:sait/

/fɔ:rsait/

[uncountable] (*approving*)

The ability to predict what is likely to happen and to use this to prepare for the future.

*She had had the foresight to prepare herself financially in case of an accident.*

*The government's policies show a remarkable lack of foresight.*

O dicionário Merriam Webster

foresight noun

fore·sight | \ 'fôr-, sīt \

Definition of foresight

1: an act or the power of foreseeing: PRESCIENCE

//Trough *foresight* she could tell what the outcome would be.

2: provident care: PRUDENCE

// had the *foresight* to invest his money wisely.

3: an act of looking forward

*also*: a view forward

Com as definições acima, o Professor Valdir Ermida conclui que *foresight* e prospectiva são vocábulos equivalentes. Para reforçar, ainda mais, a sua proposta Ermida recorre a um texto do autor francês Barré que, ao retratar a história da prospectiva na França, em um artigo escrito em inglês e publicado em 2008, declara que a tradução do termo *La Prospective*, em francês, para o inglês é *foresight*. (*In what follows we use the term foresight as an exact translation of what has historically been labelled La Prospective in France.*)

Ben Martin (1996) apresenta o conceito de *foresight* e propõe a sua equivalência ao conceito francês de *la prospective* segundo a definição desta última proposto por Godet (1986) e revista e ampliada por Godet e Roubelat (1996) e Godet e Durance (2011). A análise desses 4 artigos reforça a interpretação deste autor de que, em português, a melhor palavra para traduzir *foresight* é prospectiva. Faz necessário ressaltar que, como mostrado em 2.3, nos Estados Unidos não há uma uniformidade na utilização dos termos *foresight* e *forecast*, com autores utilizando esses termos como equivalentes a *prospectiva*. Ainda, a Agência de Gestão e Inovação Tecnológica do Exército Brasileiro usa o termo *prospecção* (Wagner, 2024) e não *prospectiva* em suas publicações.

Os argumentos acima providos pelo Professor Valdir Ermida e pelas referências aos autores acima mencionados me permitem adotar para este TCD o emprego do vocábulo *prospectiva* como uma tradução aceitável da palavra *foresight* encontrada na bibliografia escrita em inglês e como um termo válido para ser usado para as atividades que têm a intenção de imaginar o desenvolvimento de tecnologias e sistemas de defesa futuros. Parece importante, também, registrar que considerando a bibliografia consultada ainda não há uma unanimidade quanto à definição e conceituação do que seria *foresight*, *forecast*, *prospecção*, *prospection* e *prospectiva* e de suas traduções adequadas entre os países e vertentes científicas.

## 2.2 A prospectiva para ciência e tecnologia

MARTIN (1995) define a expressão “technology foresight”<sup>8</sup>, neste trabalho traduzida como prospectiva de tecnologia, como o processo de olhar sistematicamente para o futuro de longo prazo da ciência, da tecnologia, da economia e da sociedade com o objetivo de identificar as áreas de pesquisa estratégicas e as tecnologias emergentes genéricas que provavelmente retornarão os maiores benefícios econômicos e sociais.

Prospectiva de tecnologia, também, é definida como encontrar de forma sistemática o conhecimento aplicado para gerenciar a tecnologia futura de maneira eficiente (Kim *et ali*, 2015) Os produtos da prospectiva de tecnologia podem permitir um melhor gerenciamento da tecnologia como a inovação tecnológica, valorização da tecnologia, *roadmapping* tecnológico, planejamento das estratégias de desenvolvimento de tecnologias que, no caso da defesa nacional, permite aumentar a competitividade da tecnologia de defesa (Kim *et ali*, 2015).

### 2.2.1 Technology forecast e technology foresight

Os significados das expressões *technology forecast* e *technology foresight*, na língua inglesa têm interpretações controversas (Cho; Daim, 2013). Ambos os termos têm sido usados na literatura de forma alternada como se fossem uma espécie de sinônimos. A expressão *technology forecast* foi cunhada no final da década de 1930, nos Estados Unidos. A expressão *technology foresight* passou a ser usada, com mais frequência, ao longo da década de 1980. Atualmente, a palavra *forecast* vem sendo empregada com o significado de prever como alguma coisa vai acontecer ao passo que a palavra *foresight* está associada ao conceito de identificação de futuros possíveis. (Cho; Daim, 2013). Em outros termos, a palavra *forecast* está associada a uma previsão – com um caráter mais determinístico, como a previsão do tempo, por exemplo – enquanto a palavra *foresight* está associada a um leque de cenários futuros possíveis de acontecer.

A vinculação da palavra *foresight* com a identificação de futuros possíveis vai de encontro com a proposta do Professor Valdir Ermida, analisada acima, para a tradução da palavra *foresight*, na língua inglesa, para a palavra prospectiva, em português.

Yonghee Cho e Tugrul Daim (2013), após as considerações que fazem em seu texto, propõem definições com explicações detalhadas para as expressões *technology forecasting* e *technology foresight*. organizadas sob a forma de um quadro explicativo para caracterizar bem cada uma

---

<sup>8</sup> ... the process involved in systematically attempting to look into the longer-term future of science, technology, the economy and society with the aim of identifying the areas of strategic research and the emerging generic technologies likely to yield the greatest economic and social benefits.



das duas atividades. A Tabela 01 é um condensado do quadro proposto por Cho e Daim (2013). Apresenta as definições que propõem para *technology foresight* e *technology forecast*; as características que lhe emprestam cada uma delas; os elementos que lhes compõem; as entidades usuárias dessas atividades e o ano do primeiro registro em que elas foram utilizadas nos países relacionados.

Tabela 01 – Definições e contextualização para Technology Foresight e Technology Forecast

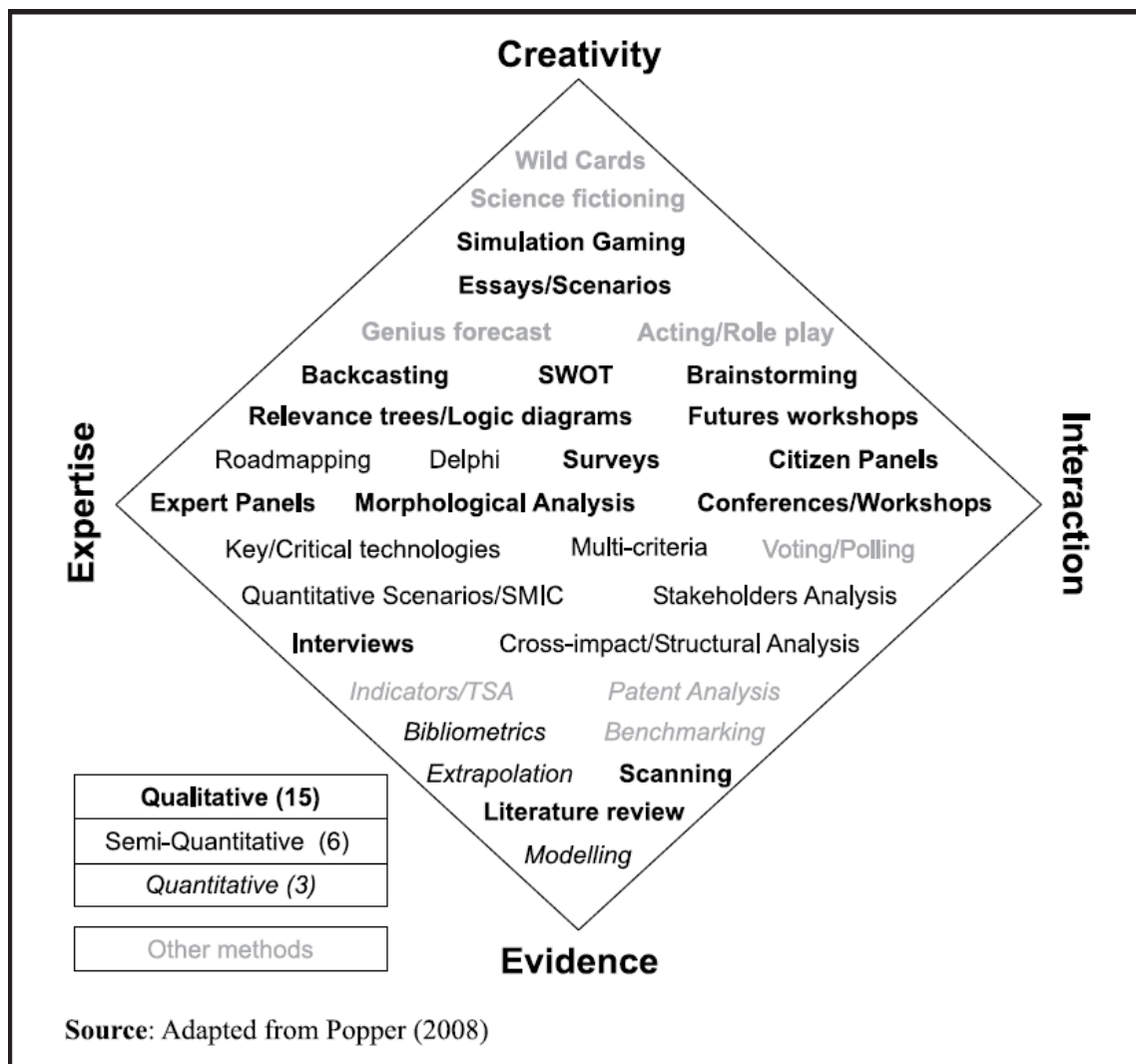
EXPRESSÃO	DEFINIÇÃO	CARACTERÍSTICAS	ELEMENTOS	USUÁRIOS	PAÍSES (data de adoção)
Technology Forecasting	Uma previsão de características futuras de equipamentos, procedimentos ou técnicas que sejam úteis. A tecnologia não é restrita ao hardware, mas pode incluir <i>know how</i> e <i>software</i> .	É uma previsão e não, necessariamente uma avaliação, mais quantitativa que qualitativa, não é precisa de consenso, menos dependente de opinião. Identificação de futuros possíveis.	(1) O momento da previsão (2) A tecnologia que está sendo prevista (3) Uma declaração das características da tecnologia (4) Uma declaração sobre a probabilidade associada à previsão	1. Governo 2. Academia 3. Indústria	EUA (1937), Holanda (1949), França (1961), Alemanha (1964), Itália (1965), Suíça (1965), Áustria (1966), Israel (1954), Canadá (1960), Reino Unido (1963), Japão (1975), China (1985), Coreia do Sul (1990), Índia (1997)
Technology Foresight	Processo sistemático de tentar olhar o futuro de longo prazo da ciência, da tecnologia, da economia e da sociedade com o objetivo de identificar as áreas estratégicas de pesquisa e tecnologias emergentes em geral capazes de gerar o maior benefício econômico e social.	Previsão de futuro, poder de comunicação ou de procedimento, conjunto sistemático e completo de processos para o olhar para frente, muitos futuros possíveis Critérios de avaliação, mais qualitativo que quantitativo, descobrir se há consenso a respeito dos temas, muito dependente de opiniões, nem muito genérico, nem muito detalhado, o processo precisa ser público.	(1) Aponta para uma direção (2) Determina prioridades (3) Inteligência antecipada (4) Geração de consenso dentro de uma comunidade ou externamente entre financiadores de pesquisa (5) Advoga uma iniciativa de pesquisa nova (6) Comunicação e educação dentro de uma comunidade de pesquisa	1. Governo 2. Academia 3. Indústria	Japão (1971), EUA (1980), Canadá (1980), Holanda (1988), Alemanha (1991), França (1994), Espanha (1995), Itália (1995), Hungria (1997), Áustria (1997), Noruega (1998), Suécia (1998), Portugal (1999), Dinamarca (2000), Finlândia (2001), Nova Zelândia (1992), Reino Unido (1993), Austrália (1994), Coreia do Sul (1994), China (2002)

Fonte: Yonghee Cho e Tugrul Daim (2013).

## 2.2.2 Dos atributos e dos métodos da prospectiva de tecnologia

Quanto à natureza, os métodos utilizados na prospectiva de tecnologia podem ser classificados em 4 tipos: métodos quantitativos, métodos qualitativos; métodos semiquantitativos e outros métodos (Popper, 2008). A aplicação dos métodos assim classificados pode depender de 4 fatores intrínsecos interdependentes, definidos como capacidades: a criatividade, a interação, a evidência e o conhecimento. Esses fatores têm influência em graus diferentes para cada um dos métodos de prospectiva. A Figura 02, também conhecida como Diamante de Métodos Prospectivos de Popper, mostra como os métodos são distribuídos em função de suas naturezas, fatores e capacidades. Na figura são listados 33 métodos.

Figura 02 – Diamante de métodos prospectivos de Popper

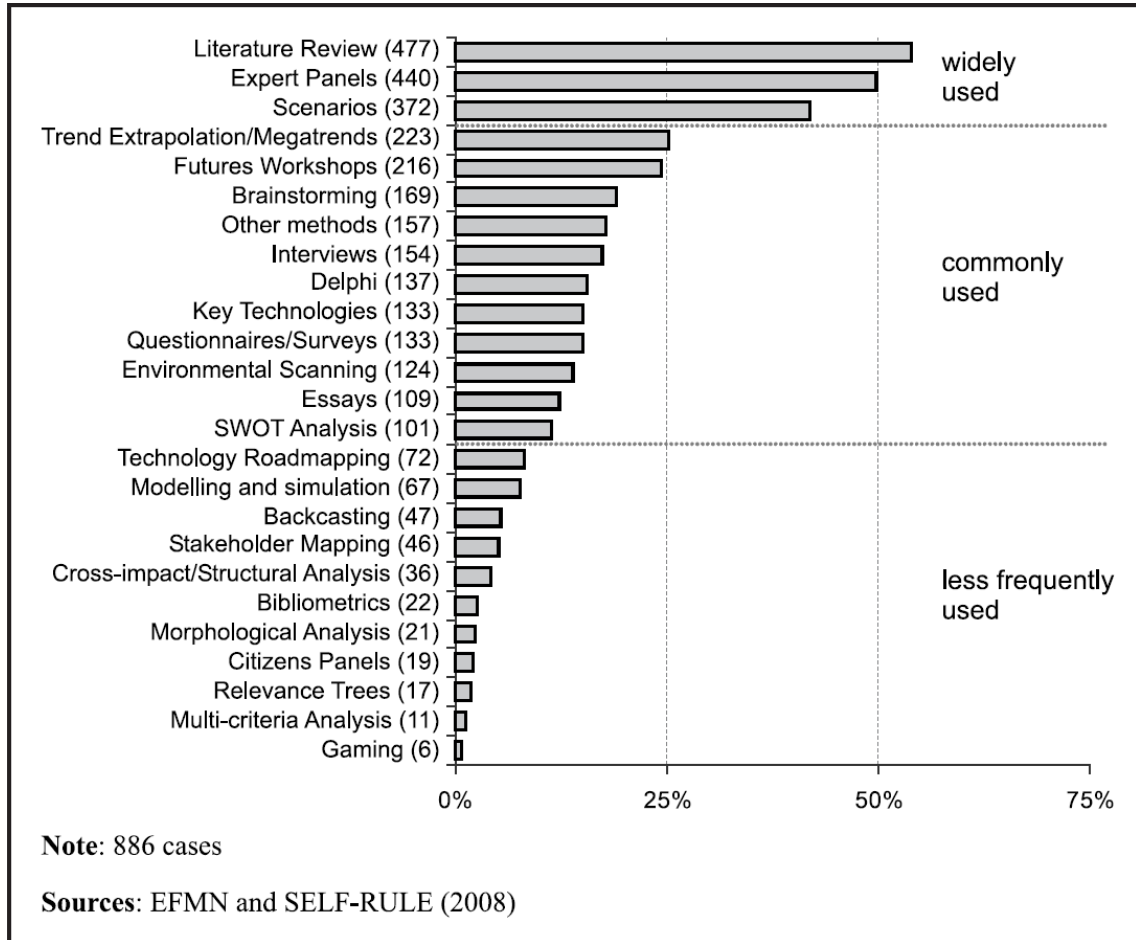


Fonte: Popper (2008)

Popper identificou os métodos utilizados em 886 casos de prospectivas e levantou a taxa de frequência para os métodos listados na Figura 02. Lembrando, sempre, que cada caso

selecionado pode ter utilizado mais de um método de prospectiva. A taxa de frequência encontrada é mostrada na Figura 03.

Figura 03 – Taxa de frequência de métodos aplicados em casos de prospectiva

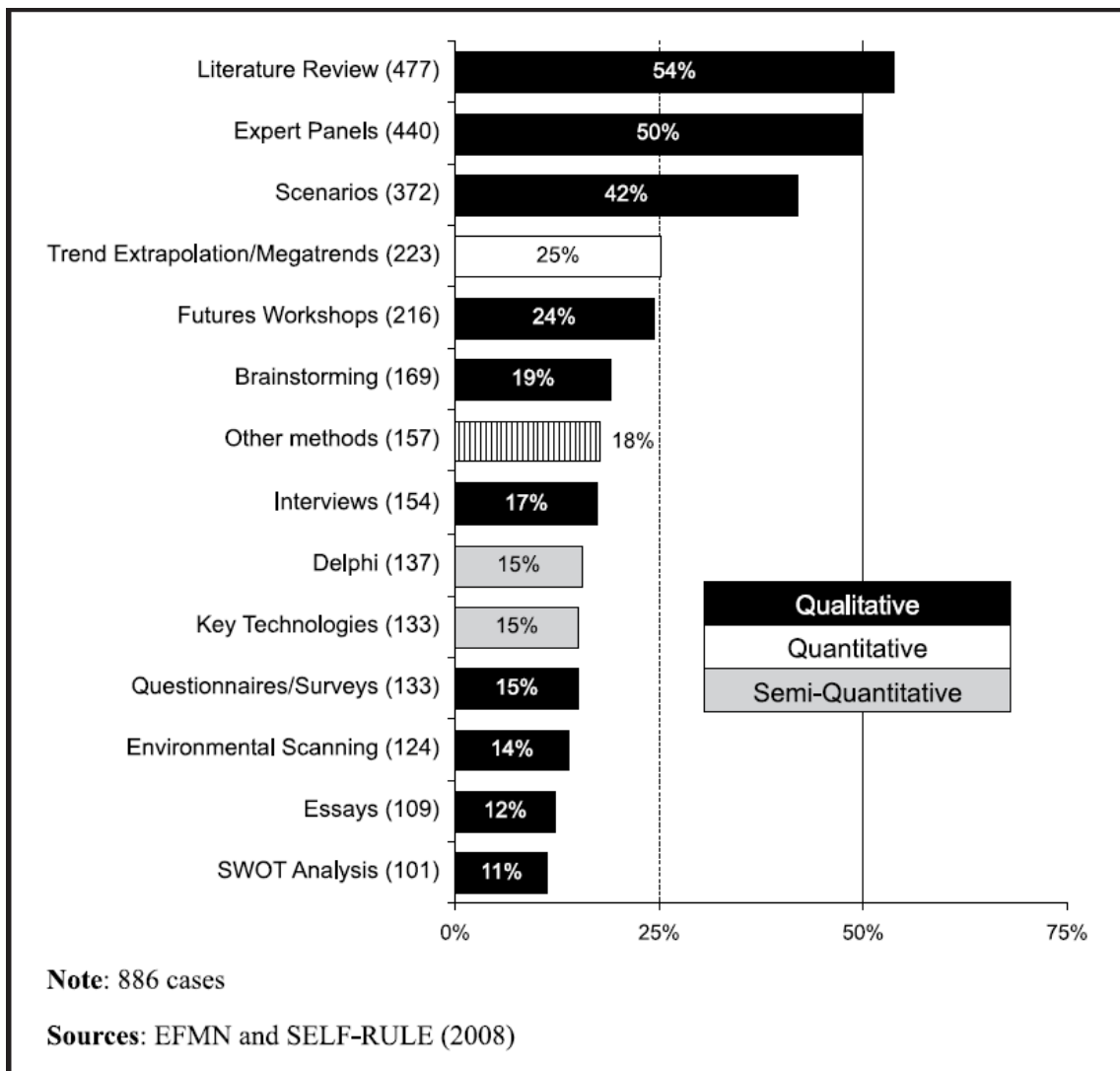


Fonte: Popper (2008)

Interessante notar que para os 3 métodos mais usados existe um representante para os fatores evidência (477 ocorrências para revisão de literatura), um para conhecimento (440 ocorrências para painéis de especialistas) e um para criatividade (372 ocorrências para cenários). O somatório destes 3 totais representa 39% das 3309 ocorrências encontradas nos 886 casos estudados. A diferença de 149 ocorrências entre o terceiro e o quarto (extrapolação de tendências e megatendências) métodos utilizados delimita a fronteira estabelecida por Popper entre os métodos largamente utilizados e os usualmente utilizados. O primeiro método do fator interação, como enquadrado por Popper (2008), só aparece em quinto lugar, com 216 ocorrências para o método *workshop*. Os 8 *outros métodos* listados na Figura 02 foram todos agrupados e classificados como um único método para fins de quantificação e ocupam 7º lugar entre os métodos mais utilizados. Quatro destes *outros métodos* possuem natureza criativa, 1 é classificado como iterativo e 3 são mais dependentes de evidências.

Importante, também, registrar que Popper (2008) analisou a natureza dos métodos prospectivos (quantitativos, qualitativos, semiquantitativos e outros) enquadrados como largamente e usualmente utilizados. Entre os 14 métodos destes dois estratos acima mencionados, os 3 métodos mais empregados são qualitativos e 10 deles, também, são qualitativos. Popper (2008) argumenta que a aparente “popularidade” (pp. 70) dos métodos qualitativos, em detrimento dos métodos quantitativos e semiquantitativos, pode ser explicada pelo fato de que o estudo do futuro é, inevitavelmente, formado por julgamentos e opiniões subjetivas que incluem interpretações criativas de mudanças que irão criar ou modelar o futuro. A revisão de literatura, um método qualitativo por excelência empregado extensivamente em inúmeras disciplinas, aparece em primeiro lugar dentre os métodos de prospectiva mais utilizados. A Figura 04 mostra o perfil do número de ocorrências por método prospectivo classificados pelas suas naturezas.

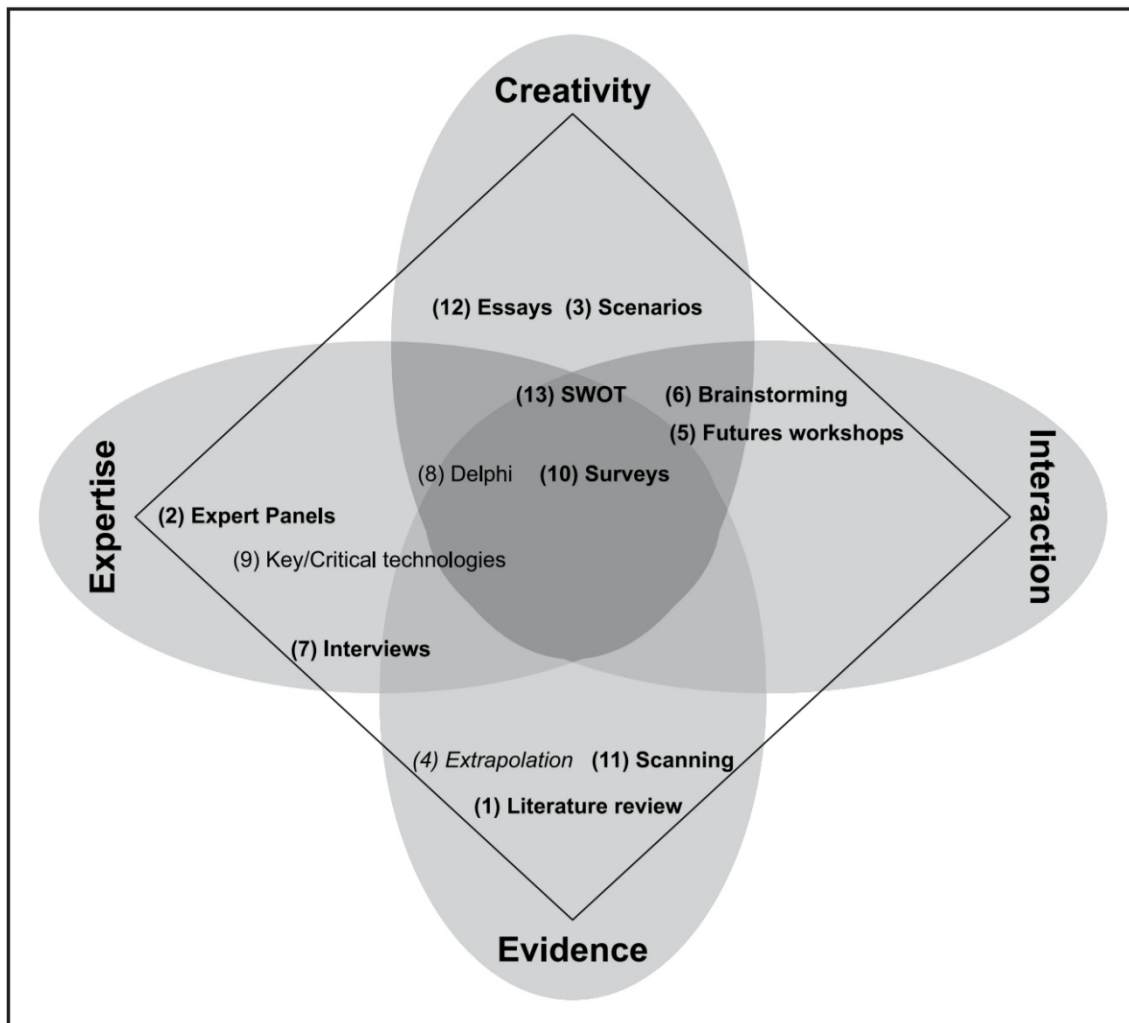
Figura 04 – Natureza dos métodos prospectivos mais empregados (% do total de casos)



Fonte: Popper (2008)

Popper enquadrou em seu Diamante de Métodos Prospectivos os 13 métodos mais utilizados nas capacidades (criatividade, interação, evidência e conhecimento). *Outros métodos* não foram incluídos neste enquadramento. A classificação em função do número de ocorrências aparece ao lado de cada método. A Figura 05 mostra o resultado desse exercício.

Figura 05 – Capacidades dos métodos de prospectiva mais usados



Fonte: Popper (2008)

Sete métodos prospectivos, entre os 13 métodos mais usados nos 886 casos estudados por Popper (2008), aparecem dentro da oval da capacidade criatividade da Figura 05. Isto reforça a natureza qualitativa dos exercícios de prospectiva. Os 4 métodos prospectivos que aparecem no topo do Diamante de Métodos Prospectivos de Popper são *Wild Cards*, Ficção Científica, Jogos de Simulação, e Cenários/Ensaio. Esses métodos são qualitativos por excelência e dependem de criatividade e, sem dúvida do conhecimento acumulado.

O primeiro dos métodos prospectivos (criatividade) do Diamante de Métodos Prospectivos de Popper é o *Wild Card*. A tradução direta para a expressão é *coringa*<sup>9</sup> como aquele do jogo de cartas, por exemplo. Uma peça que pode assumir vários valores e substituir outras diferentes, ainda, como um jogador que possa assumir várias posições em um time, substituindo outras jogadores especialistas em outras posições. Lora-Gusman e Prieto-Flórez (2021) traduzem a expressão *wild card* por eventos emergentes.

Para o caso deste trabalho este autor que a expressão *wild card* inclua a ideia de novos eventos imaginados a partir de premissas que, eventualmente, não tenham sido consideradas por ninguém. A proposta é não descartar ideias que possam ser consideradas “impossíveis” antes de uma cuidadosa avaliação por um grupo de pessoas abertas que aceitem analisar propostas diferentes.

### 2.3 Prospectiva de tecnologia de defesa

O tema prospectiva de tecnologia de defesa (*defense technology foresight*), aparentemente, não tem sido motivo de muitos estudos acadêmicos. Uma pesquisa no Google Acadêmico (*Google Scholar*) com as chaves acima mencionadas, com o recurso de pesquisa avançada travando no quesito de frase exata em qualquer lugar do artigo, identificou apenas 12 artigos, sendo que apenas 2 possuem a chave *defense technology foresight* no título do artigo. Os artigos são listados abaixo com os seus respectivos links, na ordem em que a pesquisa os relacionou:

- Impact assessment of Vision 2023 defense technology foresight. Disponível em: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/FS-05-2020-0049/full/html>
- Technology Foresight in National Defense Organizations in Europe and the Implications for Corporate Strategy. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/269035202\\_TECHNOLOGY\\_FORESIGHT\\_IN\\_NATIONAL\\_DEFENCE\\_ORGANISATIONS\\_IN\\_EUROPE\\_AND\\_IMPLICATIONS\\_FOR\\_CORPORATE\\_STRATEGY](https://www.researchgate.net/publication/269035202_TECHNOLOGY_FORESIGHT_IN_NATIONAL_DEFENCE_ORGANISATIONS_IN_EUROPE_AND_IMPLICATIONS_FOR_CORPORATE_STRATEGY)
- Imagery intelligence technology foresight and modeling of mobile applications in the defense industry. Disponível em: <https://open.metu.edu.tr/handle/11511/27890>
- Exploring the Intellectual Capital of a High Tech Industry: A Case Study of the Scientific Outputs of Defence Firms. Disponível em: <https://journalfirm.com/journal/263/download/Exploring+the+Intellectual+Capital+of+a+High+Tech+Industry%3A++A+Case+Study+of+the+Scientific+Outputs+of+Defence+Firms.pdf>

---

<sup>9</sup> Wild card *n* **1** (in card games) a card that can be given the value of another card by the person holding it. **2** (sport) an opportunity to enter a competition without having to take part in qualifying matches, be ranked at a particular level, etc... OXFORD Advanced Learner’s Dictionary, Fifth Edition, Oxford University Press, Oxford, 1995.

- Identifying the intellectual capital of Greek defence firms. Science outputs and industrial considerations. Disponível em:  
<https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/10242694.2020.1849972?scroll=top&needAccess=true>
- Forward-looking impact assessment—An interdisciplinary systematic review and research agenda. Disponível em:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095965262203894X>
- The anticipation of long-term impact in innovation project preparation. Disponível em:  
<https://www.theseus.fi/handle/10024/817127>
- Coding in-depth semi structured interviews: Problems of unitization and intercoder reliability and agreement. Disponível em:  
<https://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/0049124113500475>
- Computer Vision and Speech Understanding. Disponível em:  
[https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-99-2746-3\\_36](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-981-99-2746-3_36)
- A holistic approach to strategic foresight: A foresight support system for the German Federal Armed Forces. Disponível em:  
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0040162514000365>
- Um artigo em coreano que traduzido pelo Google tem o título de “Análise do Papel dos Drones na Guerra Moderna: Focando na Guerra do Golfo até a Guerra da Ucrânia. Disponível em:  
<https://www.dbpia.co.kr/Journal/articleDetail?nodeId=NODE11553775>
- Strategic foresight for defensive technologies in the field of Army Air Defense of the Islamic Republic of Iran on 1420 horizon. Disponível em:  
[https://www.dfsr.ir/article\\_37983\\_en.html?lang=fa](https://www.dfsr.ir/article_37983_en.html?lang=fa)

A pesquisa no sítio *academia.edu*, com as mesmas chaves *defense technology foresight*, resultou em nenhum artigo encontrado. Ainda, a pesquisa feita nos repositórios Ebsco e da Capes não resultou em achados diferentes daqueles encontrado no Google Scholar. A Pesquisa realizada no repositório Scopus encontrou mais 3 artigos que tratam, direta ou indiretamente, da prospectiva de tecnologia de defesa, além daqueles já encontrados e registrados anteriormente. Importante notar que nenhum deles menciona a prospecção de tecnologias de defesa a partir de fontes abertas. Um dos artigos, escrito em português, usa o termo prospecção e não prospectiva e, portanto, foi relacionado na Tabela 03 dedicada aos artigos sobre prospecção de tecnologia. Foi encontrado com a chave *defense technology foresight* porque em seu resumo em inglês usa a expressão *technology foresight in the defense sector*. Os artigos adicionais são relacionados abaixo:

- Prospecção no setor de defesa no Brasil: o caso do Exército Brasileiro. Disponível em:Forsight  
[https://www.researchgate.net/publication/326502863\\_PROSPECCAO\\_NO\\_SETOR\\_DE\\_DEFESA\\_NO\\_BRASIL\\_O\\_CASO\\_DO\\_EXERCITO\\_BRASILEIRO](https://www.researchgate.net/publication/326502863_PROSPECCAO_NO_SETOR_DE_DEFESA_NO_BRASIL_O_CASO_DO_EXERCITO_BRASILEIRO)



- Foresight for Commanders: a methodology to assist planning for effect-based operations. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/252747477\\_Foresight\\_for\\_commanders\\_A\\_methodology\\_to\\_assist\\_planning\\_for\\_effects-based\\_operations](https://www.researchgate.net/publication/252747477_Foresight_for_commanders_A_methodology_to_assist_planning_for_effects-based_operations)
- Understanding some Pitfalls in the Strategic Foresight Processes: The case of the Hungarian Ministry of Defense. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S001632871730277X>

A Tabela 02 contém um resumo do conteúdo de cada um dos artigos relacionados acima. É importante registrar que dos 14 artigos sumariados na tabela, apenas 8 são relacionados a prospectiva de tecnologia de defesa, de fato. Os demais, apenas fazem referências a conceitos teóricos tratados nos outros 6 artigos sobre o assunto e relacionados na busca.

Dos 8 artigos que tratam a prospectiva de tecnologias futuras de defesa com alguma profundidade, 7 foram produzidos por autores originários de potências militares médias como Espanha (1), Turquia (1), Alemanha (1), Coreia (1), Iran (1), Holanda (1) e Hungria (1). Apenas 1 artigo foi produzido por escritores de uma grande potência, em 2006, nos EUA. Ainda, é importante registrar que este último artigo não trata especificamente de prospecção de tecnologias de defesa futuras, mas de prospecção de tecnologias de defesa disponíveis que os comandantes de teatro de operações podem usar para otimizar seu desempenho operacional. É curioso que o tema prospectiva de tecnologias futuras de defesa não seja objeto de estudo em países ricos, detentores de tecnologias de ponta e reconhecidos como países inovadores<sup>10</sup> como a Suécia, Suíça, Reino Unido e Estados Unidos, por exemplo.

---

<sup>10</sup> De acordo com o Global Innovation Index 2023, a Suíça, a Suécia, os EUA e o Reino Unido são os 4 países mais inovadores, nessa ordem. Disponível em: [https://www.wipo.int/pressroom/en/articles/2023/article\\_0011.html](https://www.wipo.int/pressroom/en/articles/2023/article_0011.html) . Acessado em 03 set 2024.

Tabela 02 – Sumário dos artigos resultantes da busca com a chave “Defense Technology Foresight”

AUTOR(ES)/ARTIGO/ANO DE PUBLICAÇÃO	FOCO DO TRABALHO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mukaddes Burhan, Serhat Cakir</li> <li>• Impact Assessment of Vision 2023 Defense Technology Foresight</li> <li>• 2021</li> </ul>	<p>O artigo faz uma avaliação ex-post da prospectiva de tecnologia Vision 2023 do setor de defesa turco para identificar os fatores críticos de sucesso da prospectiva feita em 2023. A metodologia utilizada para identificar os impactos desejáveis e indesejáveis é explicada. O estudo conclui que a prospectiva de tecnologia contribuiu para o desenvolvimento das políticas de desenvolvimento da ciência, tecnologia e inovação (CT&amp;I); aumento do grau de consciência de CT&amp;I; aumento da cooperação entre o governo, a indústria e a universidade; e o desenvolvimento da cultura de prospectiva. Conclui, também, que o impacto dos exercícios de prospectiva foram maiores durante os primeiros anos, logo após a conclusão da prospectiva.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Silvia M. Vicente Oliva, Ángel Martínez Sánchez e Delgado Gómez</li> <li>• Technology Foresight in National Defense Organizations in Europe and Implications for Corporate Strategy</li> <li>• 2014</li> </ul>	<p>Os autores discorrem sobre a importância da prospectiva da tecnologia de defesa e procuram demonstrar que as capacidades militares do futuro próximo serão planejadas com o apoio da prospectiva. Assinalam que os esforços de prospectiva devem envolver organizações militares e civis, tanto operacionais quanto de pesquisa. Dependendo das alianças a que o país pertence, organizações de outros países devem participar desses esforços. Argumentam que as Organizações de Defesa Nacional devem, também, agir como articuladores de políticas de tecnologia, cita alguns exemplos e sugere algumas alternativas.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Başak Bilge</li> <li>• Imagery Intelligence Technology Foresight and Modelling of Mobile Applications in the Defense Industry</li> </ul>	<p>Dissertação de Mestrado que explora o emprego de técnicas de prospectivas de tecnologia aplicadas a dispositivos móveis de imageamento na indústria de defesa utilizando a técnica de Delphi. Um modelo de análise é proposto. Informações extraídas do resumo em inglês da dissertação, que não pode ser lida pois está escrita em turco.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Konstantinos Sioumalas-Christodoulou</li> <li>• Exploring the Intellectual Capital of a High Tech Industry: A Case Study of the Scientific Outputs of Defense Firms</li> <li>• 2021</li> </ul>	<p>O artigo não trata de prospectiva de tecnologia de defesa. Contudo aponta para uma página do sítio do Instituto Fraunhofer que trata da prospectiva de tecnologia de defesa que oferece informações úteis sobre esse tema. A referência ao <i>Fraunhofer Institut</i> fez com que o artigo aparecesse na pesquisa com a chave <i>Defense Technology Foresight</i>. Disponível em: <a href="https://www.int.fraunhofer.de/en/business_units/defense-technology-foresight/Projects.htm">https://www.int.fraunhofer.de/en/business_units/defense-technology-foresight/Projects.htm</a>! Acessado em: 15 abr 2024.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kiia Stömmmer, Jarrod Ormiston</li> <li>• Forward-looking Impact Assessment – An Interdisciplinary Systematic Review and Research Agenda</li> <li>• 2007</li> </ul>	<p>O artigo trata da prospectiva dos impactos de grandes desafios sociais como mudanças climáticas, crescimento populacional, esgotamento de recursos, e aumento da desigualdade. A única menção à chave da pesquisa <i>defense technology foresight</i> é devida à referência ao artigo <i>Impact Assessment of Vision 2023 Defense Technology Foresight</i>, também, encontrado na pesquisa e relacionado acima, nesta tabela.</p>

Tabela 02 – Sumário dos artigos resultantes da busca com a chave “Defense Technology Foresight”

AUTOR(ES)/ARTIGO/ANO DE PUBLICAÇÃO	FOCO DO TRABALHO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evi Sachini, Konstantinos Sioumalas-Christodoulou, Charalampos Chrysomallides, Gatatios Siganos, Nikolaos Karampekios</li> <li>• Identifying the Intellectual Capital of Greek Defense Firms. <i>Science Outputs and Industrial Considerations</i>.</li> <li>• 2020</li> </ul>	<p>Os autores examinam o desempenho das indústrias de defesa da Grécia quanto à produção de artigos científicos. Ao longo do artigo a expressão <i>Technological/Technology Foresight</i> é encontrada 3 vezes. A primeira menção aponta para a premissa de que a prospectiva de tecnologia é fundamental para o planejamento de P&amp;D e faz referência a conteúdo existente no sítio do <i>Fraunhofer Institute</i> na página <i>Defense Technology Foresight</i>. As duas outras menções, especificamente, apontam para o sítio do mesmo instituto. O artigo, também, menciona a palavra bibliométrico e suas variantes 45 vezes, tanto como referências, como traduzindo o valor de pesquisas bibliométricas, o que implica, também, no emprego de fontes abertas, tema principal deste trabalho.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Helmi-Kanerva Tuori</li> <li>• The Anticipation of Long-Term Impact in Innovation Project Preparation</li> <li>• 2023</li> </ul>	<p>Trata-se de uma dissertação de mestrado que analisa o impacto de longo prazo das inovações no planejamento de projetos. O único registro da expressão <i>defense technology foresight</i> é encontrada nas referências decorrente de uma menção que o autor faz ao artigo <i>Impact Assessment of Vision 2023 Defense Technology Foresight</i>, também, encontrado na pesquisa e relacionado acima, nesta tabela.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• John L. Campbell, Charles Quincy, Jordan Oserman, Ove K. Pedersen</li> <li>• Coding In-depth Semistructured Interviews: Problems of Unitization and Intercorder Reliability and Agreement.</li> <li>• 2013</li> </ul>	<p>A pesquisa com a chave <i>technology defense foresight</i> relacionou esse artigo, contudo nenhuma referência ao tema foi encontrada nesse trabalho.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• R Chanda, V Pabalkar</li> <li>• Computer Vision and Speech Understanding</li> <li>• 2023</li> </ul>	<p>O artigo é parte do compêndio <i>Proceedings of the 2nd International Conference on Cognitive and Intelligent Computing</i>. O único registro da expressão <i>defense technology foresight</i> é encontrada nas referências decorrente de uma menção que o autor faz ao artigo <i>Impact Assessment of Vision 2023 Defense Technology Foresight</i>, também, encontrado na pesquisa e relacionado acima, nesta tabela.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Carolin Durst, Michael Durst, Thomas Kolonko, Andreas Neef e Florian Greif.</li> <li>• A Holistic Approach to Strategic Foresight: a foresight support system for the German Federal Armed Forces.</li> <li>• 2014</li> </ul>	<p>Os autores propõem que a prospectiva de tecnologia de defesa seja feita através de vários métodos. Advogam que a combinação de métodos e a consulta sistematizada a especialistas é importante para o bom resultado da prospectiva, ainda que a multiplicidade de métodos e de consultores torne a tarefa difícil de ser bem gerenciada. Descrevem algumas ferramentas de TI e comunicações que podem ser utilizadas para o processamento das informações coletadas e gerenciar o projeto de prospectiva. O artigo analisa o processo de análise de risco e varredura de horizonte das Forças Armadas Federais da Alemanha e tecem considerações sobre como um sistema desses deve ser construído.</p>

Tabela 02 – Sumário dos artigos resultantes da busca com a chave “Defense Technology Foresight”

AUTOR(ES)/ARTIGO/ANO DE PUBLICAÇÃO	FOCO DO TRABALHO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kim Moon-kook, Shin In-tae, Lee Jae-kook</li> <li>• A Study of the Development Direction of Next Generation Drone Through Analysis of the Role of Drones Used in Warfare: From Gulf War to Ukraine War.</li> <li>• 2023</li> </ul>	<p>Artigo escrito em coreano. A tradução do resumo do artigo feita pelo Google não permitiu identificar a chave <i>defense technology foresight</i>. Contudo, a leitura do resumo permite inferir que esse artigo é um exercício de prospectiva de tecnologia calcado em literatura aberta. As 4 referências listadas na página do site coreano e traduzidas pelo Google apontam para publicações não classificadas. A extensão do resumo não permite inferir se publicações confidenciais foram consultadas. Não foi possível acessar todo o conteúdo de artigo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Ebrahim Ijabi, Farhad Dervishi She Talani, Hosein Milani, Safar Fazli e Ainolah Keshavarz</b></li> <li>• Strategic Foresight for Defensive Technologies in the Field of Army Air Defense of the Islamic Republic of Iran on 1420 Horizon.</li> <li>• 2019</li> </ul>	<p>Uma revisão e análise dos fundamentos, conceitos, definições e modelos de técnicas prospectivas é feita no artigo com vistas às suas aplicabilidades no campo da defesa aérea do exército, no campo. Foram analisados 25 estudos prospectivos e uma pesquisa quantitativa com 68 pessoas. Os resultados dessa pesquisa são apresentados.</p> <p>Informações extraídas do resumo em inglês do artigo, que não pode ser lido pois está escrito em persa ou farsi.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Paul K. Davis e James Kahan</li> <li>• Foresight for Commanders: A methodology to assist planning for effects-based operations</li> <li>• 2006</li> </ul>	<p>O artigo prove uma visão geral de como a abordagem prospectiva pode contribuir para resolver as incertezas inerentes ao planejamento das ações no campo de batalha. Traz ensinamentos de esforços prospectivos nas áreas da tecnologia da informação, crimes cibernéticos e casos de otimização de custos da área de saúde para o campo de batalha com o propósito de oferecer um processo para desenvolver o ambiente preditivo para o comandante.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Bence Nemeth, Nicholas Dew e Mie Augier</li> <li>• Understanding some pitfalls in the strategic foresight processes: The case of the Hungarian Ministry of Defense</li> <li>• 2018</li> </ul>	<p>O artigo apresenta uma análise crítica do processo de prospectiva estratégica do Ministério da Defesa da Hungria utilizado entre 2013 e 2014 para identificar ameaças potenciais e oportunidades para o período de 2015 a 2030. O artigo concluiu que a prospectiva realizada foi superficial porque o pensamento organizacional do Ministério da Defesa da Hungria não orientou os analistas a utilizar métodos de inteligência mais robustos.</p>

## 2.4 Defense technology forecast

Com o propósito de ampliar o horizonte de pesquisa e considerando que, em alguns textos publicados na língua inglesa, as expressões *technology foresight* e *technology forecast* têm sido tratadas como sinônimas (Cho; Daim, 2013) foi feita uma pesquisa com o Google Acadêmico com as chaves *Defense Technology Forecast* e *Text mining + defense technology forecast* de onde foram selecionados os seguintes artigos considerados com algum potencial de contribuição para o tema:

- A novel forecasting methodology for sustainable management of defense technology. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/7/12/16720>
- Proposing a Model of the Effective Technological Forecasting in Defense Sector for Implementing Strategic Planning (artigo escrito em persa). Disponível em: [https://jmm.iranjournals.ir/article\\_27703\\_en.html](https://jmm.iranjournals.ir/article_27703_en.html)
- Technology forecasting methods. Disponível em: [https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4471-5097-8\\_4](https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4471-5097-8_4)
- Long-term forecasts of military technologies for a 20–30 year horizon: An empirical assessment of accuracy. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162518304438>
- Forecasting Science and Technology for the Department of Defense. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/James-Valdes/publication/235088767\\_Forecasting\\_Science\\_and\\_Technology\\_for\\_the\\_Department\\_of\\_Defense/links/557713fb08ae753637538b25/Forecasting-Science-and-Technology-for-the-Department-of-Defense.pdf](https://www.researchgate.net/profile/James-Valdes/publication/235088767_Forecasting_Science_and_Technology_for_the_Department_of_Defense/links/557713fb08ae753637538b25/Forecasting-Science-and-Technology-for-the-Department-of-Defense.pdf)
- Forecasting change in military technology, 2020-2040. Disponível em: [https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2018/09/FP\\_20181218\\_defense\\_advances\\_pt2.pdf](https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2018/09/FP_20181218_defense_advances_pt2.pdf)
- Technological Forecasting: a prescription for the military R&D manager. Disponível em: <https://digital-commons.usnwc.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=6597&context=nwc-review>
- Technological Forecasting Applications: Framework and Case Study on Combat Vehicles.. Disponível em: <https://core.ac.uk/download/333720567.pdf>

A Tabela 03 apresenta um resumo do conteúdo de cada um dos artigos acima listados além do artigo encontrado no repositório Ebsco, como explicado no item anterior.

Dos 9 artigos encontrados e sumariados, 8 tratam da prospecção de tecnologias futuras de defesa, com o sentido de prospectiva de tecnologia como definido neste relatório. O último deles tem um objeto de pesquisa bastante estreito que é o de tecnologias aplicadas ao

desenvolvimento de carros de combate e os demais 7 são mais abrangentes na abordagem do problema da prospectiva, como definido neste trabalho, de tecnologias futuras de defesa. Em relação à origem dos artigos temos os seguintes países: Brasil (1), Índia (1), EUA (5), Coreia (1), Turquia (1). Um dos artigos produzidos nos EUA trata da prospectiva de tecnologia na área de energia elétrica e, apenas, usa uma referência de um outro artigo sumariado. Interessante registrar que com o rótulo de prospecção de tecnologia a presença de artigos oriundos dos EUA é mais marcante. Pode ser um indicativo de que no EUA o termo *forecast* seja preferido em relação ao termo *foresight*. A Tabela 01 mostra que o termo *forecast* apareceu em artigo, pela primeira vez, nos EUA em 1933 enquanto a palavra *foresight* só foi aparecer em 1980.

Tabela 03 – Sumário dos artigos resultantes da busca com a chave “Defense Technology Forecast”

AUTOR(ES)/ARTIGO/ANO DE PUBLICAÇÃO	FOCO DO TRABALHO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sungchul Kim, Dongsik Jang, Sunghae Jun e Sangsung Park</li> <li>• A Novel Forecasting Methodology for Sustainable Management of Defense Technology</li> <li>• 2015</li> </ul>	<p>O artigo propõe uma metodologia de análise dinâmica da eficácia da prospectiva de tecnologia partir de um modelo de crescimento da evolução da tecnologia. O algoritmo é explicado ao longo do artigo e os resultados da análise das perspectivas consideradas é apresentado. Foram analisadas perspectivas nas áreas de consciência operacional, sistemas de vigilância e controle, fusão de dados, avaliação de ameaças, gestão e análise da informação e interoperabilidade de sistemas. O estudo conclui que as perspectivas feitas majoritariamente pela técnica de Delphi não se mostraram suficientemente precisos. Os autores propõem que as perspectivas de tecnologia utilizem mais os registros de patentes como fonte de informação para essas perspectiva, mas reconhecem que seus estudos não foram conclusivos.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Hassan Amiri</li> <li>• Proposing a Model of the Effective Technological Forecasting in Defense Sector for Implementing Strategic Planning</li> <li>• 2017</li> </ul>	<p>O artigo descreve uma pesquisa realizada na Universidade Militar Ali Iman para prever o desempenho acadêmico dos alunos. Foram explorados os estilos de pensamento das teorias de Sternberg e Wagner com questionários levando em conta as duas formas de pensamento. Informações extraídas do resumo em inglês do artigo, que não pode ser lido pois está escrito em persa ou farsi. Aparentemente, o conteúdo do resumo não tem correlação com o título do artigo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Yonhee Cho, Tugrul Daim</li> <li>• Technology Forecasting Methods</li> <li>• 2013</li> </ul>	<p>O artigo é um capítulo do livro <i>Research and Technology Management in the Electricity Industry</i>. O artigo analisa as origens, a evolução histórica e a revolução dos métodos de previsão (<i>forecasting</i>) de tecnologia. No texto apresenta definições para as expressões <i>technology forecast</i> e <i>technology foresight</i>. Relaciona e classifica os métodos de <i>technology forecast</i> propõe técnicas de extrapolação para o tratamento de dados coletados.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Michael O’Hanlon</li> <li>• Forecasting Change in Military Technology, 2020-2040</li> <li>• 2018</li> </ul>	<p>O artigo propõe visualizar o progresso da tecnologia militar nos próximos 20 anos para que sirva de uma referência para os planejadores da defesa dos EUA. Procura mapear as tecnologias que terão um progresso exponencial e as que terão um grande ou moderado progresso. Analisa as prováveis evoluções dos sensores, da computação, das comunicações, das munições, das propulsões, das plataformas, da nanotecnologia, das armas não letais, das armas biológicas e químicas, armas de destruição em massa e armas de energia dirigida.</p>

Tabela 03 – Sumário dos artigos resultantes da busca com a chave “Defense Technology Forecast”

AUTOR(ES)/ARTIGO/ANO DE PUBLICAÇÃO	FOCO DO TRABALHO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alexander Kott, Philip Perconti</li> <li>• Long-Term Forecasts of Military Technologies for a 20-30 Year Horizon: An Empirical Assessment of Accuracy</li> <li>• 2018</li> </ul>	<p>Os autores, pesquisadores do Laboratório de Pesquisas do Exército dos EUA, oferecem uma avaliação empírica de alguns exercícios de prospectiva de tecnologia da defesa feita nos anos 1990 que tinham um horizonte de 20 anos ou mais. Realçaram a importância dessas perspectivas com os propósitos de auxiliar principalmente na tomada de decisão para a alocação de fundos em pesquisas de longo prazo de maturação. Foram identificados casos onde a precisão da prospectiva foi maior que em outros. As perspectivas nas áreas de Guerras Eletrônica e Cibernética, Comando e Controle, s Sensoamento e Coleta de informações tiveram uma taxa de acerto de 87% de acordo com as métricas demonstradas. Cita técnicas bibliométricas e formas de análise de dados coletados por esta técnica. Analisa vantagens e desvantagens dos métodos descritos no artigo. O artigo, apenas, menciona que o Departamento de Defesa dos EUA é um dos entusiastas de <i>technology forecast</i> em 8 menções.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• John W. Lyons, Richard Chait and James J. Valdes</li> <li>• Forecasting Science and Technology for the Department of Defense</li> <li>• 2009</li> </ul>	<p>Discorre sobre os mais recentes esforços de prospectiva de tecnologia realizados pelo Departamento de Defesa dos EUA, até então. Ressalta a importância da prospectiva de tecnologia para se evitar surpresas tecnológicas resultantes da velocidade exponencial do progresso tecnológico e mudanças de caráter global. Considera que a prospectiva de tecnologia para os próximos 25 a 30 anos, também, deve ser considerada como uma oportunidade de negócios e que não se deve esperar a perfeição considerando as incertezas inerente ao processo. Dá exemplos de perspectivas de sucesso e de insucesso, ou de oportunidades perdidas por falta de visão de futuro. Lembra da necessidade de se avaliar a convergência de tecnologias em desenvolvimento e de trabalhos, eventualmente, sendo desenvolvidos por diversos laboratórios. Tece recomendações sobre forma de prospectar tecnologias.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marvin J. Cetron</li> <li>• Technological Forecasting: A Prescription for the Military R&amp;D Manager</li> <li>• 1969</li> </ul>	<p>Discute a importância e a relevância do emprego da prospectiva de tecnologia no processo decisório para escolha das tecnologias de defesa em que investir e que possam trazer o melhor retorno possível considerando os cada vez menores orçamentos para investimento em tecnologias de defesa. Dá alguns exemplos de emprego de prospectiva de tecnologia usando os recursos então disponíveis.</p>



Tabela 03 – Sumário dos artigos resultantes da busca com a chave “Defense Technology Forecast”

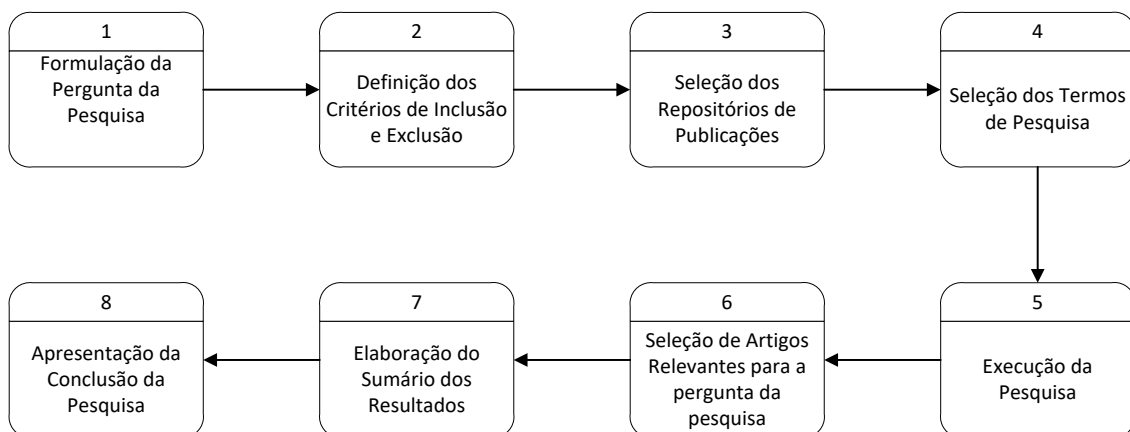
AUTOR(ES)/ARTIGO/ANO DE PUBLICAÇÃO	FOCO DO TRABALHO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• José Eduardo Freitas, Luiz Guilherme de Oliveira</li> <li>• Prospecção no setor de defesa no Brasil: o caso do Exército Brasileiro</li> <li>• 2012</li> </ul>	<p>Trata sobre a prospecção tecnológica no setor de defesa brasileiro com foco no esforço de prospecção tecnológica do Exército Brasileiro (EB), entre os anos 2008 e 2012. O objetivo principal do trabalho foi o de levantar os sistemas, materiais e tecnologias a desenvolver necessárias à obtenção dos meios previstos considerando o cenário vislumbrado para o ano de 2030. Descreve a metodologia empregada e os resultados obtidos.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• S. N. Mishra, S. G. Deshmukh, Prem Vrat</li> <li>• Technological Forecasting Applications: Framework and Case Study on Combat Vehicles</li> <li>• 2003</li> </ul>	<p>O foco do artigo é na aplicação da prospectiva/prospecção de tecnologias aplicada ao desenvolvimento de carros de combate. A introdução do artigo discorre sobre o ambiente atual, onde a tecnologia evolui cada vez mais rápido afetando o equilíbrio de forças e a competitividade da indústria que tem de oferecer produtos atuais e tecnologicamente competitivos. Propõe que a prospectiva de tecnologia pode ser feita tanto no caso de melhorias incrementais como para explorar tecnologias emergentes. Discorre sobre algumas técnicas de prospectiva/prospecção de tecnologias e apresenta os resultados dos exercícios de prospectiva/prospecção de tecnologia aplicadas ao desenvolvimento e evolução de carros de combate.</p>

### 3 Metodologia

Este capítulo tem o propósito de descrever a metodologia empregada para o desenvolvimento da pesquisa, para consolidar os achados e produzir o relatório. Discorre, ainda, sobre os princípios que fundamentaram a elaboração do processo de prospectiva de tecnologias futuras de defesa a partir de fontes abertas.

O referencial teórico foi construído a partir de uma revisão de literatura. Knopf (2006) propõe que uma revisão de literatura tem o objetivo de prover um sumário e uma avaliação do corpo de publicações sobre um tema específico, no caso deste trabalho a prospectiva de tecnologia de defesa a partir de fontes abertas. Ela se propõe a identificar, selecionar e avaliar a bibliografia que responda uma pergunta de pesquisa formulada com clareza (Gough; Oliver; Thomas, 2017). A Figura 06 mostra a sequência de atividades da revisão de literatura.

Figura 06 – Sequência de atividades para a revisão de literatura



Fonte: adaptação de Gough; Oliver; Thomas, (2017).

A pergunta formulada para a pesquisa é:

Qual é a relevância do tema *prospectiva de tecnologia de defesa futura a partir de fontes abertas* na produção de trabalhos acadêmicos sobre a prospecção de tecnologia de defesa?

A formulação das expressões chaves para a pesquisa obedeceu a um critério de inclusão restrito uma vez que as palavras avulsas da pergunta da pesquisa escolhida permitem um grande número de combinações. Uma pesquisa com palavras-chave abertas iria gerar um número de resultados que não atenderiam ao objetivo da pesquisa. Foram escolhidas as seguintes expressões chave:

- *Open literature + defense technology foresight*
- *Text mining + defense technology foresight*
- *Defense technology foresight*
- *Defense technology forecast*

As expressões chave foram escolhidas na língua inglesa uma vez que os principais repositórios de trabalhos acadêmicos armazenam artigos publicados, majoritariamente, em inglês. Ainda, artigos escritos em outros idiomas, quase sempre, incluem resumos em inglês, o que provê uma cobertura, aparentemente, adequada com as expressões chave selecionadas.

A condição de restrição da pesquisa foi a de encontrar no texto, ou no seu título, expressões exatamente iguais às expressões selecionadas, incluindo a condição “e” das 2 primeiras expressões.

Para a pesquisa foram selecionados os seguintes repositórios:

- Portal de Periódicos da Capes
- Google Scholar
- Academia.edu
- Scopus Elsevier
- Ebsco

Dada a especificidade do tema pesquisado e o relativamente reduzido número de artigos encontrados que contém as expressões chave selecionadas, todos eles foram sumarizados.

Os resultados da pesquisa foram relacionados e agrupados em 3 categorias: a) artigos sobre prospectiva de tecnologia de defesa usando a expressão chave *defense technology foresight*; b) artigos usando a expressão chave *defense technology forecast*; e c) artigos com a expressão chave *text mining + technology foresight*. Para cada categoria de artigos foi elaborada uma tabela com sumário de cada artigo, nomeação dos autores, identificação do veículo em que foi publicado e ano da publicação. Uma breve avaliação dos achados de cada categoria é oferecida após cada tabela.

A ideia de propor um processo de prospectiva de tecnologias futuras de defesa a partir de fontes abertas tem origem no testemunho de experiências vividas ao longo da carreira do autor. A primeira decorre da vida acadêmica que proporcionou o acesso a uma sólida formação tecnocientífica generalista e a convivência com professores e cientistas renomados, no Brasil e no exterior. Esta condição permite a compreensão dos princípios básicos de diversas tecnologias e vislumbrar, ou entender, como elas podem se combinar para criar sistemas complexos. A segunda decorre da experiência profissional de décadas trabalhando com o desenvolvimento e

gestão do ciclo de vida útil de sistemas de defesa complexos que demandou a busca de conhecimentos que não estavam nos manuais dos equipamentos ou não se encontrava explicada suficientemente em compêndios científicos. A combinação de pequenos projetos de pesquisa, conversas particulares com especialistas, busca de informações em artigos técnicos, tecnológicos, simples notícias ou brochuras mercadológicas de fabricantes concorrentes foram abordagens que permitiram, muitas vezes, montar um retrato realista dos desafios a enfrentar. A terceira decorreu da iniciativa de ler livros de ficção militar por lazer e para manter a proficiência na língua inglesa. Com a passagem do tempo alguns cenários desses livros se materializaram, ainda que não na sua integralidade, e muitos dos sistemas e táticas neles imaginados se aproximaram da realidade dos fatos. Isto gerou mais um incentivo para continuar lendo não só obras do gênero como blogs publicados por profissionais de defesa, artigos técnicos e tecnológicos e brochuras de fabricantes. Este hábito tem ajudado a entender novas tecnologias e vislumbrar possibilidades de emprego que, nem sempre, de fácil acesso pelos canais formais. Daí a ideia de transformar esta vivência em um processo que pode contribuir para a visão de como Poder Naval e a Defesa Nacional poderá se preparar para situações futuras.

A argumentação para construir a proposta de processo de prospectiva de tecnologias futuras de defesa a partir de fontes abertas foi fundamentada no levantamento de históricos de progresso de tecnologias como: a) dos veículos aéreos não tripulados, b) do binômio desenvolvimento do radar e da tecnologia furtiva que busca anular, ou minimizar, a efetividade dos sistemas de detecção através de ondas eletromagnéticas. Estes dois temas intimamente relacionados à tecnologia de defesa têm uma história bem documentada de mais de 75 anos. Este intervalo de tempo permite levantar os sucessivos progressos no desenvolvimento tecnológicos ao longo do tempo e aquilatar a possibilidade de se fazer uma prospectiva de tecnologias e sistemas de armas futuros a partir das publicações existentes em um determinado momento. Ainda, estas duas tecnologias básicas foram objeto de trabalho do autor por mais de 40 anos, o que o deixa confortável para tratar desses temas.

Popper (2008) relaciona a ficção científica como um dos métodos para a realização de exercícios de prospectiva. O convívio prolongado do autor com obras de ficção científica e o testemunho de que, tempos depois, muitos dos dispositivos e cenas imaginadas ou se tornaram realidade ou ficaram próximas daquilo que fora idealizado nessas obras, também, contribui para a decisão de investigar o papel que a ficção poderia ter na prospectiva de tecnologias de defesa.

### 3.1 Limitações da pesquisa

Algumas limitações foram identificadas na pesquisa. A primeira limitação é ligada às naturais limitações decorrentes do próprio método de pesquisa que por si só deixa de lado a captação de certas fontes e não faz a análise segundo critérios que poderiam ser úteis ao objetivo pretendido.

A segunda limitação concerne à dificuldade de acesso à informação, uma vez que em qualquer estudo, nem sempre é possível se conseguir acesso pleno aos dados, seja por eles não existirem, seja por não estarem à disposição do pesquisador. Nessa pesquisa, cabe destaque para o reduzido número de artigos técnicos, encontrados na literatura aberta, sobre o tema prospectiva de tecnologia. Menor, ainda, é o número de artigos que tratam da prospectiva de tecnologia de defesa. Não obstante, a teoria aplicável à prospectiva de tecnologia em geral é aplicável à tecnologia de defesa. O que não se consegue identificar são casos de sucesso ou de aplicação dessas teorias e técnicas para o caso da defesa. Aparentemente, não é um tema que tenha criado interesse de pesquisa.

Nesse mesmo sentido, a terceira limitação se refere aos artigos encontrados sobre a mineração de textos como ferramenta para a prospectiva de tecnologia por terem um foco bibliométrico e automatizado. É uma metodologia válida e necessária quando se quer buscar informações sobre um determinado tema, em um grande número de fontes armazenadas em mídia eletrônica, sobre novas tecnologias. Todavia, o foco exclusivamente bibliométrico não leva em consideração contextos complexos que este trabalho se propõe a abordar, como possibilidades de emprego da tecnologia em sistemas de defesa e aplicabilidade a eventuais cenários táticos e estratégicos ou, até mesmo, contextos geopolíticos dinâmicos.

Uma outra limitação é a da visibilidade, ou transparência, nos casos de aplicabilidade do modelo de processo proposto. Países líderes em tecnologia de defesa, possivelmente em nome da salvaguarda da segurança nacional e da proteção de valioso conhecimento proprietário gerado, não têm interesse em divulgar, com antecedência, pesquisas e desenvolvimento de tecnologias de defesa. Quanto mais protegido for esse conhecimento, maior tende a ser a possível vantagem auferida pela nova tecnologia. Um exemplo disto é que o Department de Defesa dos EUA só divulgou a existência de um projeto de desenvolvimento de uma aeronave furtiva quando o número de notícias divulgadas pela mídia foi tal que obrigou o então Secretário de Defesa dos EUA a convocar uma entrevista coletiva, em 1980, para dar conta, de uma forma genérica, do desenvolvimento de um projeto de avião furtivo não especificado (Jones, 1989). O F-117A *Night Hawk* só foi apresentado ao público em outubro de 1988, depois que uma série de acidentes,

supostamente com aeronaves furtivas secretas, foram reportadas por jornais dos Estados Unidos. Países que desenvolvem pesquisas avançadas de tecnologia de defesa realizam suas pesquisas em laboratórios altamente classificados e eventuais perspectivas de tecnologia são feitas, também, em ambiente segregado (Jones, 1989; Rich & Janos, 1994; Jenkins, 1999).

Tomando por base o caso do F-117A *Night Hawk*, parece lícito pensar que informações genéricas sobre pesquisas e potenciais aplicações de tecnologias embrionárias sob a forma de vazamentos, intencionais ou não, são os primeiros indícios de que novos sistemas estão sendo desenvolvidos. O acompanhamento das notícias, principalmente daquelas publicadas em mídia eletrônica, podem indicar os caminhos que são seguidos pelos novos desenvolvimentos tecnológicos na área de defesa. Esses “vazamentos” sobre pesquisas de tecnologia de defesa de ponta, também, dão origem a publicação de obras de ficção militar que podem, e devem, ser, assim, consideradas como fontes de inteligência capazes de alimentar trabalhos de prospectiva de tecnologia de defesa por corporações que tenham a necessidade de se preparar para ameaças futuras. Muitos dos autores desse tipo de literatura são militares da reserva <sup>11</sup>com um passado de operações reais. Possuem conhecimento técnico capaz de adaptar tramas a possíveis tecnologias futuras e cenários, geopolíticos e táticos. Alguns autores, também, recorrem a consultores que contribuem com seus conhecimentos para dar maior realismo técnico às cenas. Um dos segredos mais bem guardados é a identidade dos consultores de Tom Clancy. Frank Felsburg <sup>12</sup>apresenta considerações sobre possíveis colaboradores associando-os a algumas das obras.

Pode ser considerada, também, uma limitação o fato de a proposta parecer válida, apenas, para potências periféricas que não dispõem de recursos vultosos nem para investir em tecnologia de defesa, nem para competir com as grandes potências. Contudo, parece ser válida para contribuir para o esforço de se criar uma condição de deterrência, pelo custo que alguma incursão possa causar, através de ações de guerras assimétrica e híbrida.

---

<sup>11</sup> David Poyer é um Capitão-de-Fragata da USN que participou de operações nos oceanos Atlântico, Pacífico e Ártico; nos mares Mediterrâneo, incluindo o Oriente Médio, e Caribe. Dale Brown é um Capitão da reserva da USAF, um oficial de sistemas de armas (WSO) que fez parte da tripulação de superfortalezas B-52 e do caça-bombardeiro FB-111A. Stephen Coonts é um aviador naval da USN que participou de operações de ataque ao solo no Vietnã, serviu em porta-aviões e foi instrutor. Foi condecorado por bravura e chegou ao posto de Capitão-de-Fragata da Reserva Naval. Clive Cussler serviu na USAF como mecânico e engenheiro de voo. Ian Fleming, o criador de James Bond, foi Capitão-de-Fragata da RN onde serviu como oficial de inteligência. Harold Coyle é um major da reserva do USArmy, veterano da Guerra do Golfo, que eruiu na Coreia do Sul e Alemanha.

<sup>12</sup> Will the Real Author of Tom Clancy's Books Please Stand Up. Disponível em: <https://www.spokenandwritenwords.com/will-real-author-tom-clancys-books-please-stand/> Acessado em 30 mai 2023.

Mesmo considerando as limitações acima identificadas o esforço de propositura de um de processo que considera um contexto complexo e potencialmente aplicável, *per se*, já se constitui uma inovação e é válido, até mesmo, para propiciar mais uma oportunidade de conscientização da necessidade de se praticar a prospectiva de tecnologia de defesa associada a situações e casos previamente definidos.

## 4 Elementos do arcabouço do processo proposto

Este capítulo tem o propósito de apresentar os elementos que foram usados para estruturar o processo de prospectiva de tecnologias futuras de defesa a partir de fontes abertas. Discorre sobre a mineração de textos tecnológicos (techmining), sobre o uso das obras de ficção, incluindo as de ficção militar e ficção científica, nos exercícios de prospectiva e sobre fontes estruturadas e não estruturadas (Porter, 2009) de informação e conhecimento.

### 4.1 A mineração de textos tecnológicos para a prospectiva de tecnologia

O emprego da literatura aberta para o prospecto de tecnologias futuras de defesa pode ser relacionado com uma atividade de mineração de textos. A busca nos repositórios selecionados com a chave *Text Mining for Technology Foresight* encontrou os seguintes resultados:

- Literature Review and Practice Comparison of Technology Foresight. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1877050922001053>
- Future-oriented technology analysis of technology roadmap based on text mining. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6816366/>
- Tech Mining for Future-Oriented Technology Analyses by Alan E. Porter. AC/UNU Millennium Project – Future Research Methods – V2.0. Disponível em: <https://www.thevantagepoint.com/resources/articles/FRM%20chapter-TextMining-2009mar3.pdf>
- Text mining as a valuable tool in foresight exercises: A study on nanotechnology. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S004016250600117X>
- Extending the knowledge base of foresight: The contribution of text mining. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162516304784>
- Technology roadmapping using text mining: A foresight study for the retail industry. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9409957/>
- Functional technology foresight. A novel methodology to identify emerging technologies. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40309-016-0093-1>

A Tabela 04 provê um resumo do conteúdo dos artigos acima listados.



Tabela 04 – Sumário dos artigos resultantes da busca com a chave “Text Mining for Technology Foresight”

AUTOR(ES)/ARTIGO/ANO DE PUBLICAÇÃO	FOCO DO TRABALHO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Zhao Minghui, Ye Hanrui, Peng Yao, Zhang Lingling</li> <li>• Literature Review and Practice Comparison of Technology Foresight</li> <li>• 2022</li> </ul>	<p>Os autores ressaltam a importância da perspectiva de tecnologia (<i>foresight</i>) para o planejamento e formulação de estratégias de desenvolvimento de tecnologias e formulação de cenários de futuro tecnológicos. Apresenta os resultados de uma revisão de literatura mapeando o número de artigos técnicos sobre perspectiva de tecnologia publicados anualmente, até o final de 2019. Inclui um mapa de frequência de palavras-chave/finalidade encontrados nos artigos revisados.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Chulei Ye, Lu Feng</li> <li>• Future Oriented Technology Analysis of Technology Roadmap based on Text Mining</li> <li>• 2013</li> </ul>	<p>O artigo propõe um algoritmo para elaborar um <i>roadmap</i> de tecnologias futuras baseado na mineração de textos combinando com o método “cientométrico” e processamento em linguagem natural. Tece considerações de como o <i>roadmapping</i> é um método importante para a perspectiva (<i>foresight</i>) de tecnologia. Reconhece a importância da literatura aberta para o <i>roadmapping</i>. Não faz referência a aplicações específicas para a área de tecnologia de defesa. Apenas artigos técnicos e parentes foram empregados nesse esforço e nenhuma menção é feita a consultas a fontes não estruturadas.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alan L. Porter</li> <li>• Tech Mining for Future-Oriented Technology</li> <li>• 2011</li> </ul>	<p>O autor retrata a história do aparecimento do método de mineração de textos, define o termo <i>techmining</i> como a mineração de textos para a perspectiva de tecnologia, apresenta suas considerações sobre a conveniência de se consultar, também, fontes abertas não estruturadas existentes na Internet, além das fontes tradicionais como artigos técnicos e patentes, registra exemplos de <i>techmining</i> com o emprego de técnicas bibliométricas, realça a necessidade da participação especialistas, reconhece o desafio de pesquisar quantidades cada vez maiores de escritos disponíveis nos mais diversos meios e lembra que o objetivo de cada exercício de perspectiva tem de ser bem especificado.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Marcio de Miranda Santo, Gilda Massari Coelho, Dalci Maria dos Santos, Lélío Fellows Filho</li> <li>• Text Mining as a Valuable Tool in Foresight Exercises: a Case Study in Nonotechnology.</li> <li>• 2006</li> </ul>	<p>Artigo produzido por pesquisadores do Centro de Gestão de Estudos Estratégicos (CGEE), organização vinculada ao Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, em Brasília. O foco do artigo é mineração de textos nos exercícios de perspectiva (<i>foresight</i>) de tecnologia. No caso o exercício é uma perspectiva sobre a nanotecnologia. Discorre sobre as vantagens da mineração de textos e do emprego de técnicas bibliométricas. Lembra, ainda, a importância de especialistas no assunto na produção da perspectiva.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Victoria Kayser, Knut Blind</li> <li>• Extending the Knowledge Base of Foresight: The Contribution of Text Mining</li> <li>• 2016</li> </ul>	<p>Os autores analisam os desafios de se explorar um volume cada vez maior de informação disponível em textos em mídia eletrônica. O foco do artigo é investigar como a mineração automatizada de textos, com os dados levantados e processados com ferramentas de SW, pode ser potencializar a perspectiva.</p>

Tabela 04 – Sumário dos artigos resultantes da busca com a chave “Text Mining for Technology Foresight”

AUTOR(ES)/ARTIGO/ANO DE PUBLICAÇÃO	FOCO DO TRABALHO
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sercan Ozcan, Amir Homayounfard, Christopher Simms, Jahangir Wasim</li> <li>• Roadmapping Using Text Mapping: A Foresight Study for the Retail Industry.</li> <li>• 2021</li> </ul>	<p>O texto do artigo apresenta uma revisão de literatura sobre o <i>roadmapping</i> como um método muito utilizado em trabalhos de prospectiva tecnológica. O foco da argumentação do artigo o emprego da mineração de textos como subsídio para o <i>roadmapping</i> de tecnologia. O artigo tem o foco na indústria de varejo. Ferramentas de análise de dados são discutidas e exemplos são comentados. Gráficos, diagramas, fluxogramas e diagramas fazem parte do conteúdo.</p>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ricardo Apreda, Andrea Bonacorst, Felice dell’Orletta, Gualtiero Fantoni</li> <li>• Functional Technology Foresight: A Novel Methodology to Identify Emerging Technologies</li> <li>• 2016</li> </ul>	<p>O artigo foca na complexidade de se acompanhar a evolução tecnológica em um ambiente onde a velocidade das novas descobertas é vertiginosa. A mineração de dados não é abordada diretamente, mas analisa metodologias bibliométricas sofisticadas para identificar sinais tênues de novas tendências tecnológicas que podem indicar o aparecimento de tecnologias disruptivas ou inovadoras. Discorre sobre o desafio de processar grande quantidade de dados (<i>big data</i>) de forma eficiente. Propõe a utilização de uma combinação de metodologias prospectivas para alcançar os resultados desejados.</p>

Os artigos resumidos na Tabela 04 estudam a mineração de textos como uma ferramenta a mais para potencializar os resultados de prospectivas. Como particularização desta aplicação, propõe-se considerar que esses mesmos princípios são válidos para a prospectiva de tecnologias em geral e, em especial, a de defesa. Um outro argumento a ser acrescentado à causa do emprego da literatura aberta na prospectiva de tecnologia de defesa é que a grande maioria dos artigos técnicos, ou tecnológicos, estão disponíveis em mídia eletrônica, armazenados de forma sistemática, ou não, em repositórios comerciais, ou livres, e até mesmo em blogs dos mais variados, sítios de empresas, organizações privadas e governamentais. O mesmo acontece com a tecnologia de defesa guardadas as devidas proporções.

Os sítios de empresas de defesa como Raytheon, Boeing, Saab, Thales, Leonardo, entre muitas outras, trazem informações genéricas, mas que podem contribuir para entender a tecnologia disponível e para onde algumas tecnologias futuras caminham. Por exemplo: é enorme a quantidade de informações sobre o B-21 Raider, em desenvolvimento nos Estados Unidos pela Northrop-Gruman, que deverá substituir todos os bombardeiros B-1 Lancer e B-2 Spirit, no futuro. O Raider é uma aeronave *stealth* de sexta geração, que deverá ter capacidade de cumprir missões de bombardeiro, vigilância, reconhecimento e inteligência. Em princípio, deverá ser equipada com o que existe de mais moderno na tecnologia de defesa. A quantidade de informação disponível na Internet sobre essa aeronave que teve seu primeiro voo em 10 de novembro de 2023 contrasta com o grande segredo com que foram tratados os desenvolvimentos das duas primeiras aeronaves furtivas do arsenal norte americano, o caça-bombardeiro F-117 Night Hawk e o bombardeiro B-2 Spirit. Uma pesquisa rápida e despreziosa com o Google, feita em 13 de abril de 2024, sobre o B-2 Spirit resultou em 1.040.000 resultados, com a duração de 0,33 segundos. É lícito imaginar que muitos dos resultados contém informação repetida, ou simples dados de divulgação fornecidos pelos fabricantes, além de algumas desinformações. Daí a necessidade de uma triagem e análise de informações coletadas através da Internet, contudo esse estoque de informações não pode ser ignorado.

O endereço [www.quora.com](http://www.quora.com) é de o blog de perguntas e respostas sobre uma série enorme de assuntos, denominados espaços. Há espaços dedicado a trocas de conhecimento sobre ciência & engenharia, vários sobre diversos aspectos da inteligência artificial, ciência do espaço, física, matemática, assuntos militares, aviões de caça, navios de guerra e história entre muitos outros. Perguntas são respondidas por profissionais da área com um grau de profundidade interessante. Contudo, continua importante analisar e filtrar a informação recebida. Portanto, fazer perguntas selecionadas e dirigidas em blogs como esse podem resultar em alguma inteligência de retorno.

## 4.2 *Techmining*: conceitualização

A mineração de textos (*text mining*) quando aplicada à prospectiva de tecnologias futuras recebe, no idioma inglês, o nome de *techmining* (uma forma abreviada para *text mining of science and technology information resources*) e é definida como sendo a mineração de fontes de informação de ciência & tecnologia (Porter, 2009). Porter, em seu texto, ressalta que a inteligência, no sentido de coletar informações para conhecer o contexto e propiciar uma melhor tomada de decisão, é fundamental para uma gestão efetiva de tecnologia. Lembra, ainda, que organizações que operam em um ambiente competitivo e/ou colaborativo precisam acompanhar as informações de inteligência de desenvolvimentos de tecnologia externas ao seu ambiente. Vale, aqui, ressaltar que o sistema de defesa de um país pode ser correlacionado a uma organização que opera em um ambiente altamente competitivo que, em última análise, é responsável pela segurança e sobrevivência de um país, ou de uma comunidade de países.

Revisões de literatura são uma forma clássica de se coletar informações de inteligência de ciência de tecnologia (C&T). Contudo, a profusão de fontes de informação que a tecnologia moderna oferece, como repositórios eletrônicos de artigos técnicos, sítios de instituições de pesquisa e fabricantes, blogs e inúmeros recursos de mídias sociais, por exemplo, torna a produção de revisões de literatura uma atividade bastante complexa. Ferramentas de auxílio a busca e análise de informações de mineração de textos viabilizam a localização de fontes de referência e permitem a análise de acordo com os parâmetros que se deseja (Porter, 2009).

A mineração de dados tem o objetivo de extrair informações úteis de quaisquer formas de dados (Porter, 2009). Esta atividade começou com a coleta e análise de dados numéricos, mas atualmente é aplicável na análise de grandes massas de dados, incluindo acumulações qualitativas não estruturadas de dados. Porter usa o conteúdo de um *website* da Internet com exemplo de uma fonte de textos não estruturados e considera, por exemplo, sumários de bancos de dados administrados que discriminam textos com informações de autor, datas de publicação e palavras-chave como fontes de texto estruturados.

O Artigo de Porter (2009) explora o desenvolvimento de ferramentas de mineração de textos para analisar tecnologias emergentes e propõe que esses exercícios se restrinjam a um tema específico de cada vez. Os resultados desses esforços podem ser indicadores de inovações ou tendências de evoluções tecnológicas. A diferença entre uma revisão de literatura clássica, onde de textos considerados importantes são resumidos e a *tech mining* é que esta última permite que todo o conhecimento arquivado eletronicamente pode ser analisado (Porter, 2009). É

mencionado o caso de uma avaliação sobre o desenvolvimento de “excimer” lasers<sup>13</sup> para o emprego em fabricação em que foram localizadas 12.000 referências e todas elas foram escrutinadas para encontrar as palavras-chave desejadas e tratar devidamente as informações coletadas. Em resumo, *tech mining* é a extração de inteligência útil a partir de fontes de textos eletrônicos (Porter, 2009).

Porter (2009) propõe a classificação de seis tipos principais de fontes de informação e lembra que muitos gerentes de tecnologia deixam de tirar vantagem das linhas A e B da Tabela 05 e se apegam, apenas, no julgamento tácito dos especialistas. Não recomenda essa prática pois entende que aqueles que tem condições de obter conhecimento empírico em adição ao conhecimento provido por especialista prevalecerão sobre aqueles que confiam, apenas, no último. Lembra, também, que os dados oriundos de bancos de dados organizados, normalmente compilados, filtrados e formatados, os tornam mais valiosos que aqueles coletados em fontes não filtradas da Internet e reconhece que os primeiros são extremamente valiosos pela qualidade do material depositado. Contudo, a velocidade com que esses bancos de dados são atualizados é, inerentemente, lenta. Novos artigos que registrem o progresso recente alcançado podem demorar meses para serem publicados e novas patentes podem levar anos para serem oficialmente registradas. Então, propõe que os temas sejam acompanhados, também, pela internet que é mais dinâmica na publicação de novidades. Ainda, lembra que a consulta a esses repositórios pode ser bastante cara e pode não ser acessível sob restrições econômicas. É importante notar o valor que é atribuído às fontes da Internet ainda que com algumas restrições que merecem ser trabalhadas com cautela, mas não, simplesmente, descartadas em nome da pureza acadêmica.

Tabela 05 – Tipos de informações para *tech mining*

Meio / Mensagem	Tecnologia	Contexto
Banco de dados	Financiamentos de pesquisa, sumários de patentes e artigos, citações.	Empresas, mercado, política, opinião popular
Internet	Sítios de conteúdo técnico	Sítios de empresas, blogs, etc.
Pessoas	Especialistas técnicos	Especialistas em negócios

Fonte: (Porter, 2009)

O autor (Porter, 2009) registra que a mineração de textos é capaz de responder bem as perguntas *que, o quê, onde e quando*. As perguntas *como e porque* quase sempre dependem da opinião de

<sup>13</sup> “Excimer lasers are a family of high pressure, pulsed gas lasers that produce intense ultraviolet (UV) light with high efficiency and high peak power at several useful wavelengths.” Disponível em <https://www.sciencedirect.com/topics/engineering/excimer-laser>. Acessado em: 04 abr 2024.

especialistas para inferir processos (*como?*) e razões (*porque?*). Lembra, ainda, que o envolvimento intenso de especialistas é fundamental para o sucesso mineração de textos de tecnologia (*techmining*).

Victória Kayser e Knut Blind, no artigo *Extending the knowledge base of foresight: The contribution of text mining* (2016) demonstram como a mineração de textos podem contribuir para a identificação e para o exame de tecnologias emergentes e prover uma base sólida para a reflexão sobre futuros possíveis. Os autores reconhecem que o volume de dados e informações armazenados em fontes heterogêneas cresceu consideravelmente e que o conhecimento científico aumenta de forma constante. Nesse contexto, selecionar dados e informação relevantes e significativos sobre um determinado assunto passa a ser um grande desafio. O artigo começa por descrever os fundamentos da prospectiva e os princípios básicos da mineração de textos para, em seguida abordar o emprego da mineração de textos na prospectiva. Os autores usam a definição proposta por Martin (1995) para a atividade de prospectiva (*foresight*) e resumem sua proposta para o processo de prospectiva na Figura 07.

Figura 07: O processo da prospectiva



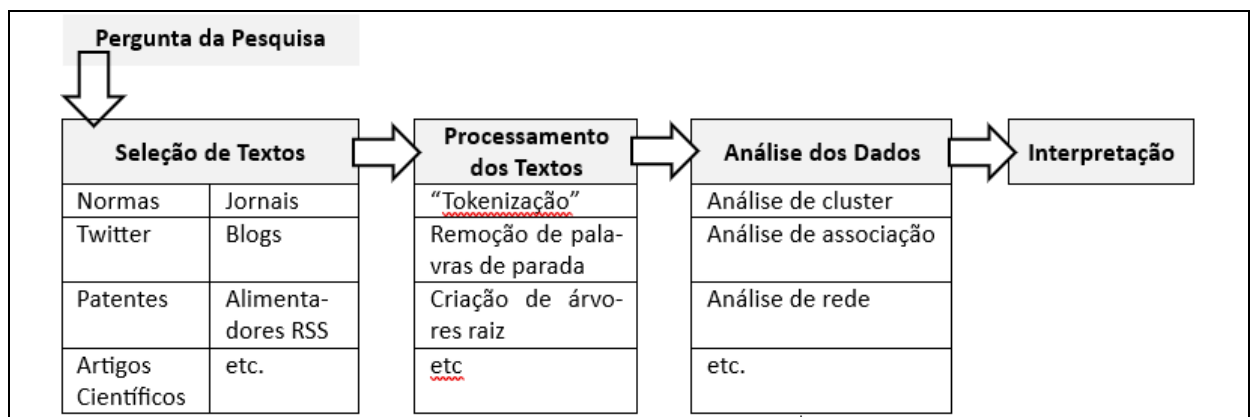
Fonte: Kayser; Blind, 2016

A mineração de textos é definida como o processamento de textos não estruturados em um documento, ou arquivo, estruturado para que possa ser analisado (Kayser; Blind, 2016). Ainda, os autores propõem que a mineração de textos seja dividida em quatro etapas: a seleção dos textos a serem minerados, o processamento dos dados compilados, a análise desses dados e, finalmente, a interpretação desses resultados. A seleção de textos deve ser tal que atenda a pergunta da pesquisa. Podem incluir mídia social, bancos de dados, repositórios de artigos

científicos, patentes e qualquer tipo de literatura que possa atender ao escopo da pesquisa. Resaltam que algum conhecimento sobre o tema da pesquisa é necessário para que a escolha dos meios e das chaves da pesquisa sejam escolhidos de forma correta. Lembram que as fontes digitais poderão ser pesquisadas de forma automatizada ao passo que aquelas impressas em meio físico irão demandar um esforço manual. A etapa de processamento envolve a compilação de um arquivo eletrônico capaz de ser processado por uma ferramenta de *software* capaz de extrair os dados relevantes para a pesquisa. A análise de dados é feita através do uso de conceitos de estatística com o emprego de ferramentas de software capazes de os dados em *clusters* e grupos classificados. O artigo (Kayser; Blind, 2016) registra que durante a etapa de interpretação das informações geradas é preciso tomar um cuidado especial para evitar interpretações polarizadas e não considerar que a amostragem de textos minerados pode não conter todas os registros necessários para uma cobertura completa do conhecimento existente sobre o tema da pesquisa. Ainda, lembram que a mineração de texto é um processo iterativo em que resultados iniciais podem levantar novas questões que irão requerer pesquisas adicionais ou revisões de atividades já realizadas para validar os resultados.

Os autores (Kayser; Blind, 2016) resumem o processo de mineração de textos na Figura 08.

Figura 08: O processo de Mineração de Textos



Fonte: Kayser; Blind, 2016

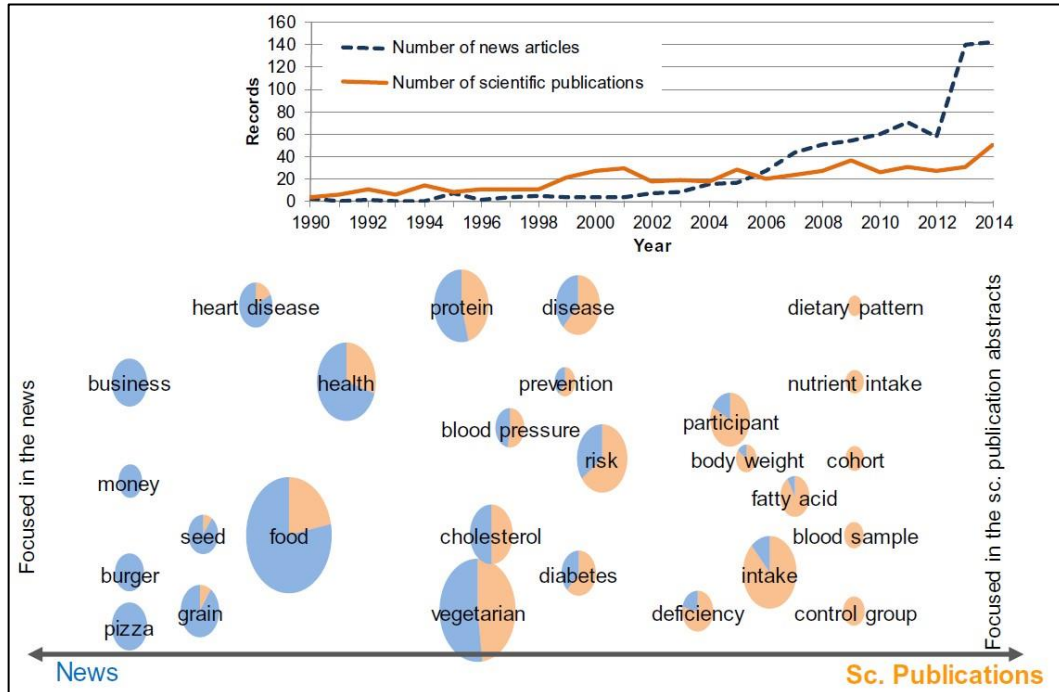
Kayser e Blind (2016) comparam um processo de prospectiva de tecnologia que combina os métodos de *roadmapping* com a mineração de textos. A título de ilustração a Figura 09 reproduzida do artigo mostra o sumário do resultado alcançado pelo exercício de prospectiva analisado.





que quanto maior o grau de profundidade do tema estudado, ou reportado, menor é o número de artigos públicos.

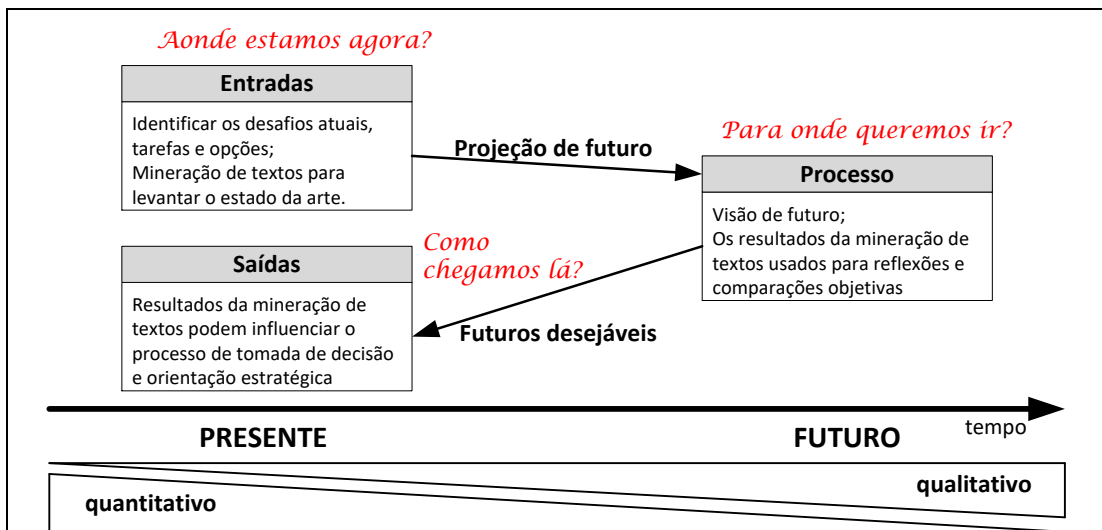
Figura 10: Comparação entre publicações públicas e científicas (tema: dieta vegana)



Fonte: Kayser; Blind, 2016.

Os autores (Kayser; Blind, 2016) explicam que os exercícios de prospectiva demandam uma combinação de pensamentos qualitativo e quantitativo, muitas vezes representado pela mineração de textos. A Figura 11 proposta por Kayser e Blind procura mostrar a contribuição, ao longo do tempo, dos pensamentos qualitativos e quantitativos na prospectiva usando a mineração de textos.

Figura 11: Prospectiva com mineração de textos: pensamentos quantitativo e qualitativo



Fonte: Kayser; Blind, 2016

Para quanto mais longe se estende a visão de futuro menos precisos tendem a ser os dados gerados no presente. Daí a necessidade da avaliação dos dados de forma qualitativa e com vistas a vários cenários de futuro.

Minghui, Hanrui e Lingling (2022) ressaltam a importância da prospectiva de tecnologia (*foresight*) para o planejamento e formulação de estratégias de desenvolvimento de tecnologias e formulação de cenários de futuro tecnológicos. Apresenta os resultados de uma revisão de literatura mapeando o número de artigos técnicos sobre prospectiva de tecnologia publicados anualmente, até o final de 2019. Inclui um mapa de frequência de palavras-chave/finalidade encontrados nos artigos revisados. A mineração de textos é, apenas, registrada como um método usado na prospectiva de tecnologia seguido do resultado da quantidade de achados na pesquisa. Nenhuma formulação conceitual é registrada nesse texto.

Ye e Feng (2013) discorrem sobre o emprego da mineração de textos nos exercícios de prospectiva de tecnologias futuras para a compilação de *roadmappings*. A revisão de literatura do artigo não traz nenhum conceito sobre mineração de textos que não tenha sido aqui já reportado. O foco principal do artigo é apresentar os resultados de uma pesquisa destinada a compilar um *Thesaurus* de métodos de análise de tecnologias orientada para o futuro sob a forma de um *roadmap*.

Santo *et al* (2006) registram em seu artigo como entendem a importância da mineração de textos nos exercícios de prospectiva de tecnologia. Discorrem sobre a estratégia brasileira para ciência, tecnologia e inovação e o papel que nela desempenha o Centro de Estudos e Estudos Estratégicos (CGEE). Descrevem a metodologia usada pelo CGEE para a prospectiva de tecnologias futuras de forma resumida ressaltando o valor da mineração de textos quando fazem referências bibliográficas a Porter (2005) e já apresentadas na revisão acima de seu artigo publicado em 2006. Em seguida, os seus autores tratam especificamente dos resultados de pesquisa feita sobre perspectivas futuras da nanotecnologia. O emprego de técnicas bibliométricas, também, é mencionado e a metodologia de emprego explicada.

*Roadmapping Using Text Mapping: A Foresight Study for the Retail Industry* (Ozcan et al., 2021) os autores apresentam uma revisão sobre o *roadmapping*. O método para o exercício de prospectiva que os autores fizeram sobre a indústria de varejo foi o *roadmapping*, com o emprego da mineração de textos complementada por técnicas bibliométricas. Esse artigo não trata de prospectiva de tecnologia, mas apareceu na pesquisa porque a chave continha os termos

*foresight* e *Text mining*. A mineração de textos é mencionada, apenas, como uma ferramenta para realizar o exercício de prospectiva.

### 4.3 Literatura de ficção – definições

#### 4.3.1 Obra de ficção

O Cambridge Dictionary define uma obra de ficção como:

the type of book or story that is written about imaginary characters and events and not based on real people and facts.<sup>14</sup>

O Collins Dictionary define ficção como:

Fiction refers to books and stories about imaginary people and events, rather than books about real people or events<sup>15</sup>

O Oxford Advances Learners Dictionary (Oxford University Press, fifth edition, 1995), por sua vez, define a ficção como:

A type of literature describing imaginary events and people, not real ones

As três definições acima são bastante próximas e consolidam o entendimento de que uma obra de ficção retrata personagens e fatos imaginários. Contudo, nada impede que os personagens não possam ser inspirados em pessoas reais e fatos ocorridos, no passado, ou passíveis de ocorrerem, no futuro.

#### 4.3.2 Obra de ficção científica

O Oxford Advances Learners Dictionary (Oxford University Press, fifth edition, 1995), por sua vez, define a ficção como:

A type of writing based on imagined scientific discoveries of the future, and often dealing with space travel, life on other planets, etc...

O Professor Doutor Carlos Eduardo Varella Pinheiro Motta define uma obra de ficção científica como:

A ficção científica é um gênero ficcional desenvolvido no século XX e se refere às narrativas que incluem componentes científicos como essenciais ao andamento da trama.

Esse gênero consiste, a priori, de uma elaboração de fatos e princípios científicos em forma de narrativa, mas também pode abordar temas fantásticos, que,

<sup>14</sup> Disponível em: <https://dictionary.cambridge.org/dictionary/english/fiction>. Acesso em 10 jan 2024

<sup>15</sup> Disponível em: <https://www.collinsdictionary.com/dictionary/english/work-of-fiction>. Acesso em 10 jan 2024

inclusive, contradigam tais fatos e princípios. Entretanto, nas duas situações, deve haver algum nível de plausibilidade e verossimilhança.

Suas raízes na história da literatura remontam ao início do XIX, com a novela gótica *Frankenstein*, da autora inglesa Mary Shelley, o terror psicológico de Robert Louis Stevenson (*O Médico e o Monstro*), os romances de Júlio Verne (*Viagem ao Centro da Terra*), baseados nas invenções científicas, e as novelas de crítica social de H. G. Wells (*A Guerra dos Mundos*)<sup>16</sup>.

O verbete da Enciclopédia Britannica para a ficção científica é:

**Science fiction**, a form of fiction that deals principally with the impact of actual or imagined science upon society or individuals. The term science fiction was popularized, if not invented, in the 1920s by one of the genre's principal advocates, the American publisher Hugo Gernsback. The Hugo Awards, given annually since 1953 by the World Science Fiction Society, are named after him. These achievement awards are given to the top SF writers, editors, illustrators, films, and fanzines<sup>17</sup>.

O sítio *dictionary.com* explica a ficção científica como:

Science fiction, popularly shortened as sci-fi, is a genre of fiction that creatively depicts real or imaginary science and technology as part of its plot, setting, or theme.

The fiction part of science fiction means, of course, that it's a fictional story—not a real-life account.<sup>18</sup>

Todas as definições acima consideram as possibilidades da ciência no presente e no futuro e o impacto que elas criam nos personagens e na sociedade em que eles estão inseridos. Em que pese o Professor Doutor Carlos Mota ter incluído em sua definição os temas fantásticos, para o efeito deste trabalho, essas obras não serão consideradas. Alguns autores classificam obras de ficção científica com esses temas como obras de fantasia.

### 4.3.3 Obra de Ficção Militar

O GIZMODO define ficção científica militar como:

Military science fiction is a term that applies to anything science fiction that depicts some element of the armed forces. The stories that involve futuristic (or early) militaries is varied, and encompass a number of styles of science fiction, from tales that features soldiers as characters, to stories that rely on physics, and everything in between<sup>19</sup>.

<sup>16</sup> Disponível em: <https://www.infoescola.com/generos-literarios/ficcao-cientifica/> Acesso em 11 jan 2024.

<sup>17</sup> Disponível em: <https://www.britannica.com/art/science-fiction>. Acesso em 15 jan 2024

<sup>18</sup> Disponível em: <https://www.dictionary.com/e/what-is-science-fiction-sci-fi/> Acesso em 18 jan 2024

<sup>19</sup> Disponível em: <https://gizmodo.com/what-is-military-science-fiction-5638146>. Acessado em 28 fev 2024

Mais adiante na continuação do texto iniciado acima temos a seguinte observação:

When it comes to science fiction, this is an important idea for futuristic militaries. If military science fiction utilizes military force, there should be an understanding on the part of said fiction that militaries exist for a purpose; otherwise, they act as a mob, organized towards their own goals. Military force, in real life and in fiction, is more than the simple act of picking up a gun and firing at somebody; it is more than organized violence.

Das citações acima podemos deprender que uma obra de ficção militar envolve algum setor das forças armadas e uma tecnologia militar futura, ou atual, que serve como um pivô para o desenrolar da trama da obra. Muitas vezes, os efeitos sobre as pessoas e a sociedade são decorrentes do impacto que essas tecnologias e armas empregadas, usualmente, vividas em uma determinada situação política.

A ficção militar, também, pode ser entendida como um gênero literário baseado em situações geopolíticas correntes, ou projeções futuras, calcadas em cenários possíveis que descrevem o emprego de sistemas de defesa atuais ou futuros, eventualmente em desenvolvimento, ou tendo em conta fundamentos tecnológicos teóricos ou em fase de pesquisa básica.

#### **4.4 A ficção científica como fonte de inteligência para a prospectiva de tecnologia de defesa**

A ficção científica, ao longo do tempo, tem feito “previsões” que, mais adiante, se mostraram muito próximas da realidade. Um bom exemplo é Julio Verne com o livro “20.000 Léguas Submarinas”, lançado em 1870. Nele, o Capitão Nemo comanda o submarino Nautilus que possui algumas características similares a de submarinos modernos, como o longo tempo de permanência mergulhado; casco de materiais muito resistentes para aguentar a pressão da coluna de água; propulsão elétrica; emprego de baterias elétricas para alimentação dos sistemas de conforto e auxiliares; compartimentos estanques que se selam automaticamente; grupo destilatório para produzir água potável; capacidade de navegar a grandes profundidades; desenvolver altas velocidades em imersão e, também, a capacidade de danificar embarcações de superfície. Esta última, um prenúncio dos ataques submarinos contra navios, já ao longo da Grande Guerra (1914-1918). A Figura 12 reproduz uma ilustração<sup>20</sup> do submarino Nautilus, feita por Alphonse de Neuville, navegando submerso publicada na edição americana de 1875 do livro.

---

<sup>20</sup> Reprodução copiada de <https://archive.org/details/twentythousandle1875vern/page/96/mode/2up> Acessada em 05/09/2024.

Figura 12 – Gravura do Nautilus em 20.000 Leagues Under de Seas (1875)



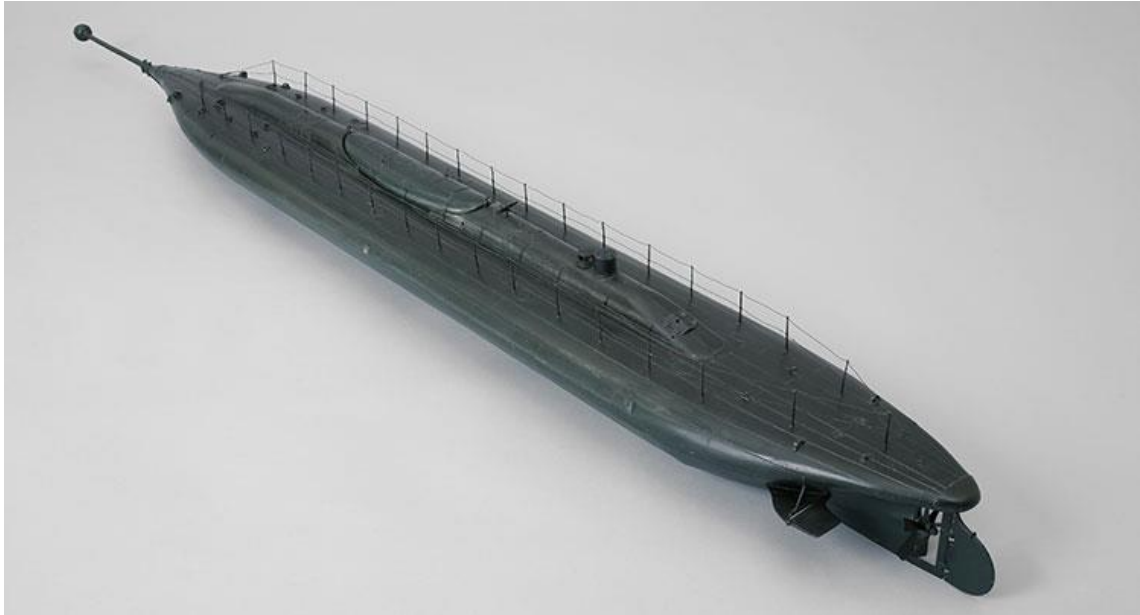
Fonte: <https://archive.org/details/twentythousandle1875vern/mode/2up>

Muitas vezes, a realidade do presente inspira a mente criadora a transcender a fronteira daquilo que, hoje, parece possível. A inspiração de Júlio Verne para idealizar o submarino Nautilus veio de uma maquete do submarino experimental francês *Plongeur* que ele viu ao visitar a *Exposition Universelle*, de 1867, em Paris<sup>21</sup>. Três anos depois, 20.000 Léguas Submarinas era lançado. O *Plongeur* foi o primeiro submarino a ser movido por um sistema de propulsão completamente mecânico, ou seja, sem a força motriz provida pelo homem. A força motriz era provida por um sistema de ar comprimido que acionava um motor a pistão que fazia girar um eixo. Sua velocidade máxima era de 4 nós com uma autonomia de 5 milhas náuticas. Sua profundidade máxima

<sup>21</sup> Nota publicada no sítio do Museu Naval da Marinha Francesa em Rochefort. Disponível em <https://www.musee-marine.fr/nos-musees/rochefort/collections/les-oeuvres-phares/le-modele-du-plongeur.html> Acessada em 05/09/2024.

de mergulho era de 10 metros. Era dotado de um arpão para abalroar navios de superfície e artilhado com um torpedo elétrico fixado em um mastro externo à sua estrutura (Dousset; Le Masson; Simoni, 1980). Idealizar o Nautilus a partir de um dispositivo tão rudimentar é, sem dúvida, uma demonstração de grande criatividade. A Figura 13 reproduz a maquete do *Plongeur* em exibição no museu da marinha francesa, em Rochefort.

Figura 13 – Maquete do submarino *Plongeur*



Fonte: sítio do Museu da Marinha Francesa em Rochefort

É interessante ressaltar que, no caso do Nautilus, a sua autonomia é indefinida. Ele é capaz de prover a subsistência de toda a tripulação, por tempo indefinido, unicamente a partir de recursos extraídos do mar. Uma realidade que, ainda, não foi alcançada. Os submarinos nucleares atuais extraem do mar, apenas, a água que dessalinizada é utilizada para consumo humano. Um outro aspecto que não é abordado por Julio Verne é a resiliência das tripulações desses submarinos a viver em confinamento por longos períodos.

Ao ser perguntado como o Capitão Nemo construiu o Nautilus, em segredo, ele respondeu:

- Cada pedaço, professor Aronnax, me foi enviado de um ponto do globo e cada um dos fornecedores recebeu uma planta assinada com um nome diferente.

..... Estabeleci uma linha de montagem numa ilha deserta no meio do oceano. Ali, meus bravos companheiros e eu concluímos o Nautilus. Terminada a montagem, o fogo destruiu todos os vestígios da nossa passagem por essa ilha.

O processo de construção do Nautilus se assemelha ao que é hoje utilizado quando se quer desenvolver uma nova tecnologia sob segredo. O livro *Revisiting South Africa's Nuclear*

*Weapons Program* (Albright; Stricker, 2016) contribui com exemplos que confirmam que o processo utilizado pelo capitão Nemo continua sendo utilizado, com sucesso. O mesmo acontece com o livro *India's Nuclear Bomb* (Perkovich, 2001).

“Da Terra à Lua” (1865) e “Cinco Semanas em um Balão” (1863), também, de Júlio Verne trazem interessantes visões sobre o futuro que, de alguma forma, se concretizaram como a descida do homem na Lua, em 1969, 104 anos depois, e a conveniência de se ter a dirigibilidade dos balões, já que o planejamento das pernadas do balão “Vitória”, sempre, dependia da direção em que o vento soprava, o que dificultava o planejamento de cada etapa da viagem pelo continente africano. A dirigibilidade do mais leve que o ar foi alcançada 38 anos depois, em 1901, quando Santos Dumont deu a volta em torno da Torre Eiffel, ganhando o prêmio Deutsch. Herdeiros dessa tecnologia, que evoluiu, foram os grandes dirigíveis comerciais como o *Hindenburg*, o *Graf Zeppelin* e os balões dirigíveis do Exército dos Estados Unidos das décadas de 1930 e 1940. Balões dirigíveis sobrevivem até hoje em atividades diversas como passeios turísticos; vigilância e monitoramento de grandes áreas; e serviços de fotografias aéreas. Mais recentemente, alguns exercícios têm sido feitos para considerá-los no transporte de carga e de passageiros, mas sem resultados práticos relevantes.

Mansharamani (2020) escreve sobre como a ficção pode nos ajudar a imaginar o futuro. Em seu artigo, uma resenha de seu livro *Think for Yourself* (2020), o autor resume como Morgan Robertson, em seu romance *Futility* de 1898, ambientado em um navio de cruzeiro chamado Titan, descreve suas características. O Titan e o Titanic têm características muito semelhantes, são descritos com o mesmo orgulho técnico de se ter construído um navio com o que existia de melhor na tecnologia de então, impossível de serem afundados. Por coincidência, os dois têm o mesmo fim trágico ao se chocarem contra um iceberg; o Titan, em 1898, e o Titanic, em 1912. Após o afundamento do Titanic, Morgan Robertson refutou, seguidas vezes, alegações de que teria sido capaz de ver o futuro. Sempre, insistiu em atribuir aos seus conhecimentos sobre assuntos navais, adquiridos ao longo de sua curta experiência na marinha mercante, a capacidade de escrever sobre navios, com detalhes (Mansharamani, 2020). A Tabela 06 mostra as características dos dois navios.



Tabela 06 – Titan X Titanic

	Titan – Futility (1898)	Titanic (1912)
Nome do navio	Titan	Titanic
Comprimento do navio	800 pés	882 pés
Velocidade máxima	22,5 nós	25 nós
Número de eixos	3	3
Característica	“inafundável”	“inafundável”
Número de baleeiras *	24	16
Tripulação + passageiros	2500	2200
Causa do naufrágio	Choque com iceberg	Choque com iceberg
Localização do naufrágio	Atlântico Norte	Atlântico Norte
Localização precisa	400 milhas náuticas de Newfoundland	400 milhas náuticas de Newfoundland
Data	Abril	14 de abril de 1912
Número de sobreviventes	13	705

Fonte: Mansharamani, 2020

O desejo de previsões na área de defesa é registrado pelo Prêmio Nobel Ken Arrow quando discorre sobre o seu trabalho para a Força Aérea dos Exército dos Estados Unidos. (Mansharamani, 2020). Ken Arrow lembra que as informações meteorológicas usadas, então, eram totalmente inúteis no que foi contestado com a explicação de que “o general comandante está ciente de que as previsões não são boas; contudo, ele precisa delas para fins de planejamento.” Mansharamani ressalta que por mais cômico que a assertiva pareça, ela tem sua utilidade. Ele a usa para lembrar que a realidade nua e crua é que a precisão não pode e não deve ser o critério pelo qual o pensamento sobre o futuro deve ser avaliado. Ele propõe que a utilidade dessas previsões é um padrão melhor.

Menções sobre o trabalho de Herman Kahn, no Hudson Institute e na Rand Corporation, sobre cenários de uma guerra nuclear, com base na metodologia de planejamento de cenários da Força Aérea dos Estados Unidos, são lembradas por Mansharamani (2020). Também, registra que em 1967 Herman Kahn e Anthony Wiener escreveram *The Year 2000: A Framework for Speculation on the Next Thirty-Three Years* (O Ano 2000: Uma Estrutura para Especulação sobre os próximos 33 anos, em tradução livre). Kahn e outros autores escreveram, em 1976, o livro *The Next 200 Years: A Scenario for America and the World* (Os próximos 200 Anos: Um Cenário para a América e o Mundo). Mansharamani (2020) ressalta que uma das histórias que Kahn escreveu, considerada pouco provável então, foi sobre a Coreia do Sul – um dos países mais pobres nos anos 1970 – que emergiria como uma potência econômica na virada do século.

O trabalho de Pierre Wack, na Royal Dutch-Shell, sobre histórias de cenários possíveis que poderiam afetar os preços do petróleo, no começo dos anos 1970, também, é lembrado por

Mansharamani (2020). Até então, os preços do petróleo vinham se mantendo estáveis e poucos acreditavam que esta situação poderia mudar, no curto prazo. A Guerra do Yom Kippur, em 1973, fez com que o preço do petróleo subisse a níveis nunca vistos ou imaginados, até então. A Shell foi a companhia de Petróleo mais preparada para lidar com essa crise, graças ao trabalho de Wack e de sua equipe de planejamento. Peter Schwartz, colaborador da equipe de Wack, registrou o trabalho de cenários futuros feitos na Shell no livro *The Art of Long View* (1991).

O emprego de uma arma letal que dispara um pulso eletromagnético (PEM) suficientemente intenso que, praticamente, destrói toda a infraestrutura eletroeletrônica dos EUA é o pivô do livro *One Second After* (Um Segundo Depois), de William R. Forstchen, publicado pela *Forge Books*, em 2009. A trama do livro retrata a dependência que a sociedade moderna tem da infraestrutura tecnológica e do impacto que a falta dela causa no sistema social, cultural, econômico e político (Mansharamani, 2020). No prefácio desse livro, o então Presidente da Câmara dos Deputados dos EUA assinala que o livro é “uma história do futuro que pode se tornar realidade”. Tom Clancy, em *The Sum of all Fears* (A Soma de Todos os Medos), publicado em 2002, retrata a possibilidade da explosão de uma bomba nuclear suja em território americano em uma trama com o propósito de desencadear uma guerra entre os EUA e a Rússia. Ambos os livros desenvolvem seus enredos a partir de possíveis catástrofes geradas por armas letais.

*The Cobra Event* de Richard Preston lançado nos EUA em 1998 e, no Brasil, como “Evento Cobra”, em 2002, conta a estória de um ataque bioterrorista aos EUA. *Contagion*, um filme americano de 2011, ambienta uma pandemia em solo americano com resultados devastadores para a sociedade americana. Se esse filme tivesse sido de alguma inspiração para autoridades sanitárias de como lidar e estar preparado para enfrentar uma pandemia – que, no fundo era esperada acontecer em algum momento – a saga para combater a COVID 19 poderia ter sido menos sofrida. O contexto do filme poderia ser expandido para o caso de um ataque bacteriológico no caso de uma guerra provocada por um agressor estrangeiro ou, até mesmo, por um ataque terrorista.

O planejamento e a preparação para a guerra do futuro é uma atividade que tem se tornado cada vez mais árdua. As variáveis, principalmente as decorrentes do desenvolvimento tecnológico; a amplitude das consequências que essas novas armas podem causar no funcionamento da sociedade, como imaginado no livro *One Second After*, o aspecto moral do emprego do emprego de armas de destruição em massa ou de sistemas autônomos controlados por inteligência artificial generativa por exemplo, geram um número muito grande de cenários possíveis.

Para explorar melhor os cenários de uma guerra futura a ser enfrentada pelo Corpo de Fuzileiros Navais do Estados Unidos (USMC da sigla em inglês), o *Marine Corps Warfighting Laboratory* desenvolveu o projeto *Science Fiction Futures; Marine Corps Security Environment Forecast: Futures 2030-2045* (USMC, 2016; Atherton, 2017). Esse projeto, desenvolvido ao longo de 2016, reuniu em um único grupo escritores de ficção científica e militares em uniforme para juntos escreverem contos curtos que, eventualmente, retratassem possíveis situações de combate futuros. O resultado desse projeto foi a publicação de um livro (Figura 14) com 3 contos, todos calcados em projeções de futuro, analíticas e frias, feitas pelo USMC, influenciadas por previsões feitas pela ONU e por textos de Thomas Friedman. O prefácio do livro ressalta que os autores dos contos são militares em uniforme que receberam *coaching* de escritores de ficção científica profissionais e que, submetidos àquele processo, transformou os autores em escritores melhores para oferecer aos leitores uma lente realista que os permite imaginar o futuro.

Os contos retratam um mundo dominado pela inquietação social e marcado pela instabilidade; conflitos complexos; falta de água; escassez de alimentos criada por atos de bioengenharia; extremismo religioso; e desastres naturais de grande impacto (Atherton, 2017). Os contos, também, descrevem possíveis novas tecnologias de armas de pequeno calibre; emprego de exoesqueletos por soldados no campo de batalha e em ambientes de combate urbano; uso de robôs em contextos de ajuda humanitária em uma Taiwan devastada por um desastre natural; armas de energia cinética; além de novos e criativos empregos futuros de sistemas de armas legados como os hoje moderníssimos caças F-35, os contratorpedeiros da classe Zumwalt e até mesmo o navio-aeródromo Gerald Ford. Sistemas de armas poderosos desenvolvidos por novos inimigos, também, estão presentes nesses contos. Atherton lembra que o foco desse projeto é a diversidade de cenários que o USMC poderá ter de enfrentar para defender os interesses dos EUA e que se trata de um exercício válido de ser vivido na preparação das forças para os possíveis cenários futuros. Registra, ainda, que a ficção especulativa é uma arte aproximada, uma especulação do que pode vir a ser difícil no futuro, não necessariamente um mapa do futuro. Outros países, com realidades diferentes, poderão ter cenários condizentes com seus contextos específicos.

Figura 14: Science Fiction Futures - Capa



Fonte: Science Fiction Futures; Marine Corps Security Environment Forecast: Futures 2030-2045 (USMC, 2016; Atherton, 2017)

Um dos contos retrata uma situação que obriga as forças do EUA retraiem e, em seguida, lançar um ataque no Mar Mediterrâneo contra forças hostis, em defesa da livre navegação. Essa ação no Mediterrâneo, em um futuro não tão distante, se dá com recursos legados que atualmente são considerados sistemas de tecnologia de ponta como os caças de quinta geração e os contratorpedeiros da classe Zumwalt. Esses últimos, ainda, são considerados navios conceito incorporados ao *Surface Development Squadron* (SURFDEVRON) - Esquadrão de Desenvolvimento de Superfície, em tradução livre – baseado em San Diego (Fuentes, 2019) e estão sendo modernizados com a instalação de armas hipersônicas (Lagrone, 2023) para que possam atuar com eficiência nos cenários futuros e atuais da guerra naval.

O reuso de sistemas legados, no futuro, também, é tema do livro *Ghost Fleet* (Esquadra Fantasma, em tradução livre) escrito por Paul W. Singer e August Cole, publicado em 2015. Um ataque surpresa contra de russos e chineses contra o Havaí destrói toda a esquadra americana

baseada em Pearl Harbour e ataques coordenados com armas eletromagnéticas anulam a operação de vários sistemas de armas disponíveis. A esquadra da Marinha dos Estados Unidos (USN), no Oceano Pacífico, fica reduzida a alguns poucos navios. Só restam à USN, além dos poucos recursos modernos que sobraram, os navios legados colocados em reserva – *esquadra da naftalina* – que são rapidamente reativados e sofrem algumas modernizações. Interessante notar que *Ghost Fleet* foi publicado em 2015 e o conto *The Montgomery Crisis*, um dos 3 contos do livro *Science Fiction Futures* do projeto desenvolvido *Marine Corps Warfighting Laboratory* foi publicado em 2016.

O uso de exoesqueletos por soldados em combate foi tema no livro *The Tin Man*, de Dale Brown, publicado em 1998. O conto *Water is a Fighting World*, parte da coletânea do *Science Fiction Future*, descreve a operação conjunta de robôs e soldados usando exoesqueletos em uma Taiwan devastada por um grande terremoto, em um ambiente de instabilidade social e escaramuças com grupos insurgentes fortemente armados. A capacidade do exoesqueleto de *The Tin Man* é superior àquela descrita no conto do USMC.

Uma característica interessante de alguns desses contos de guerra do futuro é que os sistemas modernos previstos para o futuro terão seu uso negado e os americanos terão de reverter o rumo da guerra reativando sistemas legados. O emprego de armas que geram pulsos eletromagnéticos (PEM) ou ondas eletromagnéticas milimétricas, também, é considerado. Considerações morais e práticas sobre o emprego de sistemas de armas autônomos, também, são abordadas. O emprego de pequenos drones por grupos de insurgentes como ameaça ao trânsito de pessoas, passagem de embarcações ou patrulhas, também, são considerados e analisados.

#### **4.5 Exemplos de “sementes de futuro” na área de sistemas de defesa na literatura aberta**

##### **4.5.1 Contextualização**

Os Estudos de Futuros são feitos para identificar mesmo pequenos sinais indicativos deles, considerando seus potenciais impactos e desdobramentos, e não para assegurar a concreta ocorrência de um determinado futuro. Isso aumenta o estado de conscientização dos gestores para desafios externos e os treina para enfrentar o imprevisto e para ensaiar melhores decisões para o amanhã. Todos esses aspectos são mais importantes quando se está gerindo sistemas complexos cujas estruturas demoram décadas para serem planejadas e construídas como no caso daquelas do setor de defesa (Corrêa; Lauro; Taborda, 2022).

Sistemas de Defesa (SD) têm um Ciclo de Vida (CV) longo. O processo de desenvolvimento de um SD, a partir do estabelecimento de seus requisitos até a incorporação das primeiras unidades operacionais, pode demorar algo como uma década, ou mais. Por exemplo: o desenvolvimento do avião de caça *Lockheed Martin F-35 Joint Strike Fighter Lightning II* começou em 1995; o protótipo demonstrador de tecnologia voou pela primeira vez em 24 de outubro de 2000 e o primeiro avião F-35A voou em 15 de dezembro 2006. As primeiras unidades do F-35B foram incorporadas ao inventário do Corpo de Fuzileiros Navais dos Estados Unidos em 31 de julho de 2015. O F-35A foi incorporado à Força Aérea dos Estados Unidos em 2 de agosto de 2016 e o F-35C, para ser baseado em navios aeródromos, entrou em serviço da Marinha dos Estados Unidos em 2018 (Hamstra, 2019).

Projetar um SD demanda um exercício de investigação e projeção de como a tecnologia irá progredir ao longo da duração de seu projeto e desenvolvimento que, a exemplo do F-35, pode demorar aproximadamente 20 anos, até que os primeiros sistemas sejam incorporados aos arsenais das forças de defesa. É importante que, ao ser incorporado aos arsenais, esse SD seja um sistema atual e eficaz capaz de atender às demandas tecnológicas, de armamento e de emprego desse novo tempo futuro. Ainda, se faz necessário projetar um SD que possa ser atualizado ao longo de sua vida útil que, não raro, poder se expandir por 40 anos, ou mais. Um exemplo disto é o caça F-5 Tiger que voou pela primeira vez em 1959 e, ainda, está em serviço em várias forças aéreas, com na Força Aérea Brasileira (FAB), por exemplo. Esta aeronave evoluiu, ao longo do tempo, através de várias versões (A, B, C, D e E) e seguidas modernizações de cada uma das versões (Kinsey, 1982).

Como exemplo de duração do Ciclo de Vida de um SD, também, podemos citar o caso do Carro de Combate Bradley, um transporte de tropas blindado sobre lagartas, que começou a ser projetado para o exército dos Estados Unidos em 1972, teve as primeiras unidades de série fabricadas em 1981 e, até hoje, é a espinha dorsal da infantaria mecanizada do exército norte americano. Sofreu várias atualizações ao longo desses mais de 40 anos de serviço e, até agora, todas as iniciativas de desenvolver um substituto foram abortadas (Grummit, 2021). Um outro exemplo são as fragatas da classe Niterói, uma evolução do projeto das fragatas Type 21 da Real Marinha Inglesa feita para atender aos requisitos da Marinha do Brasil. Foram projetadas a partir do final da década de 1960 e começaram a ser incorporadas à Esquadra brasileira em 1977. Foram submetidas a um programa de modernização e atualização de meia vida entre 1995 e 2000. Atualmente, 5 das 6 fragatas construídas, ainda, estão em serviço e três delas sofreram atualizações para estender sua vida útil por um período de 5 a 8 anos, a partir de 2021.

Considerar a evolução das tecnologias é fundamental, não só, para o projeto e desenvolvimento de sistemas de armas como, também, para idealizar cenários onde essas tecnologias futuras serão aplicadas.

Outro aspecto importante da prospectiva de tecnologia é, uma vez conhecendo os princípios básicos de uma teoria, ou tecnologia, ainda na fase da pesquisa básica, antever potenciais aplicações em SD do futuro. O mesmo é válido para tecnologias a serem aplicadas a sistemas comerciais para emprego pela sociedade.

Esta seção procura mostrar que a literatura aberta, em algumas circunstâncias, é capaz de fornecer uma determinada quantidade de dados que, devidamente processados, podem gerar informação que permita a inferência das potencialidades de sistemas de defesa futuros, ainda em fase de projeto e desenvolvimento. Essa mesma informação pode poderá permitir o início do desenvolvimento de sistemas equivalentes por organizações que se sintam ameaçadas por esta tecnologia, além, de poder projetar defesas eficientes contra o emprego da tecnologia em questão pelo inimigo em potencial.

O conceito “Sementes de Futuro” se refere aos diferentes tipos de sinais, do passado e do presente, existentes no ambiente que indicam como o futuro poderá vir a se desenvolver. Apesar dos autores de *foresight* usarem nomes distintos para elas, tais variáveis possuem características e funções específicas nos estudos de futuro e as organizações devem adotar posturas estratégicas adequadas perante elas. São exemplos as “tendências de peso, surpresas inevitáveis, fatos portadores de futuro, incertezas críticas, fatos predeterminados, cisnes negros (black swans), curingas (wild cards) e estratégia dos atores” (Marcial, 2011).

#### **4.5.2 Tecnologia furtiva -*stealth***

Na natureza, o princípio da furtividade tem um papel importante. Predadores e presas usam a camuflagem que a evolução das espécies lhes concedeu para tornar a sua identificação mais difícil. Alguns animais e insetos conseguem fundir a imagem de suas silhuetas com o meio ambiente para que passem despercebidos. Os predadores fundem suas imagens às do meio ambiente para que as presas não se apercebam de sua aproximação até que seja tarde demais. As presas, por sua vez, procuram se manter “invisíveis” para os predadores, a quem servem de alimento, graças à sua capacidade de camuflagem natural (Westwick, 2020). Algumas espécies, como o camaleão, conseguem, não só alterar a pigmentação de sua pele para se adaptar ao cenário do ambiente em que se encontram como, também, regular a temperatura de seu corpo

para enganar predadores, como cobras, que são capazes de sentir diferenças em padrões de temperatura.

Os projetos dos sistemas de armas modernos, também, levam em conta a capacidade de se tornarem invisíveis ou de dificultar a identificação pelo inimigo. Essas características são conseguidas através do controle de variáveis tais como: seção reta radar (RCS), assinatura infravermelho, assinatura acústica e disfarce visual.

Exemplo clássico de disfarce visual é a camuflagem que pode ser feita através da cobertura de um alvo por um tecido ou redes de camuflagem com o mesmo padrão de cores do ambiente ao redor. O emprego de camuflagem para dificultar, ou evitar, a localização de casamatas, peças de artilharia e outros tipos de posições militares foi usado intensivamente na Grande Guerra. Esquemas de pintura para estruturas sólidas como aviões, navios e carros de combate, também, foram e são largamente usadas. A pintura de fuselagens de aviões com esquemas de camuflagem começou já na Primeira Guerra Mundial quando pintavam a parte inferior a parte de baixo dos aviões de branco ou de azul claro para misturar a silhueta com o azul do céu e de verde escuro a parte superior para confundir a pintura do avião com a superfície terrestre, predominantemente verde, no teatro europeu (Westwick, 2020). Em uma época em que a detecção de aeronaves era feita apenas visualmente e pelo ruído de seus motores esse recurso se mostrou bastante eficiente. A Figura 15 mostra diversos esquemas de pintura do caça F-5 Tiger II como camuflagem para os teatros em que operam, ainda, nos dias de hoje.

Figura 15 – Esquemas de pintura do F-5 Tiger II – camuflagem visual

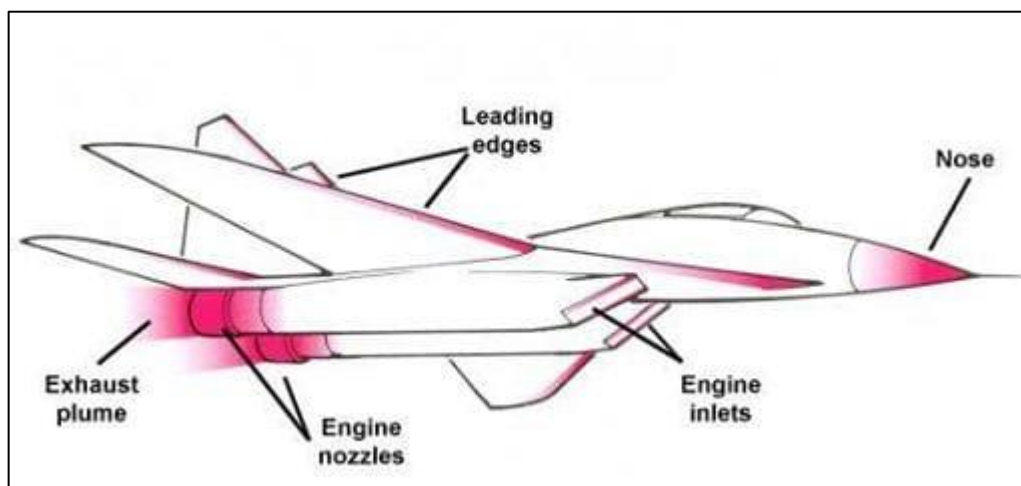


Fonte: Pesquisa do autor

A assinatura de um determinado objeto, no espectro infravermelho (IV), está associada ao calor que ele irradia. Algumas partes irradiam mais calor que as outras. As principais fontes de calor conspícuas são os motores de propulsão de um carro de combate ou de um simples automóvel; bordos de ataque de uma aeronave em voo; a turbina de um avião de caça e o rastro da pluma infravermelho que ela deixa. A Figura 16 mostra as principais fontes de irradiação IV de uma aeronave militar. Minimizar a intensidade de radiação dessas superfícies é o objetivo principal do controle de assinatura IV.



Figura 16 – Superfícies geradoras de radiação IV de uma aeronave



Fonte: Full Afterburner.<sup>22</sup>

A minimização da Seção Reta Radar (SRR) de um determinado corpo é alcançada através do emprego de materiais que absorvem a energia eletromagnética emitida pelos transmissores dos radares diminuindo, assim, a quantidade de energia refletida que retorna ao receptor do radar emissor. A forma de sua superfície externa, quando projetada para refletir a energia recebida para outras direções que não a da fonte emissora dessas irradiações, também, é um recurso utilizado para o controle da SRR de um sólido. O processamento dessas duas variáveis para minimizar a SRR de aeronaves e navios, com sucesso, depende do bom uso de avançada tecnologia de materiais e de recursos de processamento numérico que se tornaram disponíveis, somente, a partir de década de 1970 (Westwick, 2020).

O primeiro radar foi testado em 1935 pelos ingleses. O aperfeiçoamento da tecnologia que se seguiu permitiu a diminuição do tamanho dos radares a ponto de viabilizar a sua instalação em aeronaves. Logo no início da Segunda Guerra, os radares dos aviões foram usados para detectar o esnórquel (*snorkel* do alemão) dos submarinos alemães nos períodos em que eles diminuían a profundidade de submersão para carregar as baterias. Logo em seguida os alemães começaram a revestir o esnórquel com materiais que absorviam a energia eletromagnética dos radares dificultando, assim, a detecção. As primeiras experiências com o emprego de revestimento de aeronaves com materiais absorventes de ondas eletromagnéticas datam de 1945 (Jones, 1989). Contudo, os primeiros estudos sistemáticos sobre o controle da seção reta radar com o objetivo de dificultar a detecção de aeronaves pelos radares, o que lhes atribui a característica furtiva ao radar (“stealth” no inglês) datam do começo da década de 60. Contudo, como a tecnologia dos

<sup>22</sup> Adaptado de Full Afterburner. Disponível em: <http://fullafterburner.weebly.com/next-gen-weapons/infrared-search-and-track-part-1>. Acessado em 15 abr 2024.

radares soviéticos e de suas defesas antiaéreas, ainda, não ameaçavam a supremacia aérea dos EUA e seus aliados as pesquisas sobre furtividade contra radares não houve um grande incentivo para que elas prosperassem com velocidade (Westwick, 2020).

### 4.5.3 O caso do F-117A Nighthawk

Foi só no começo de 1973, com o reconhecimento da evolução dos radares da antiga União Soviética é que a pesquisa da tecnologia furtiva tomou corpo (Richardson, 1989) sob a gestão da “Defense Advanced Research Projects Agency” (DARPA), a agência de pesquisa de projetos avançados do departamento de defesa dos Estados Unidos. Essa nova fase de pesquisas teve por base os resultados dos trabalhos realizados na década anterior, mas com um nível de sigilo tal que o governo americano sequer reconhecia a existência desse projeto que recebeu o nome código HAVE BLUE. Com os resultados positivos alcançados até meados de 1975 veio a decisão de desenvolver um demonstrador de tecnologia que servisse de prova de conceito para o projeto e desenvolvimento de uma aeronave furtiva ao radar, o protótipo XST. Foi quando, possivelmente por descuido, foi publicado na mídia que a Lockheed iria fabricar um avião de caça furtivo ao radar (Jones, 1989). Até então, nenhuma notícia ou comunicado sobre esse projeto havia sido produzido. Foram construídas 5 dessas aeronaves e três delas foram destruídas em acidentes durante as provas de voo. Os dois primeiros acidentes receberam pouca atenção da mídia porque aconteceram dentro da área da Base Aérea de Nellis, no estado de Nevada. Contudo o terceiro acidente foi motivo de várias notícias veiculadas em jornais e televisão e definitivamente associado a um acidente com uma aeronave furtiva experimental (Jones, 1989). O primeiro acidente, em 4 de maio de 1978, foi motivo de um artigo publicado pela edição de 27 de maio de 1978 revista *Flight Internacional* com o título *Stealth Aircraft Lost in Nevada* (Aeronave Furtiva Perdida em Nevada, em tradução livre).

Apesar do grau de sigilo conferido à pesquisa *stealth*, as evidências sobre esse projeto de pesquisa e seu propósito estavam se acumulando. Adicionando-se a esses indícios os resultados das pesquisas feitas de 1945 a meados da década de 1960 é lícito supor que no final da década de 70 poder-se-ia ter uma boa noção do que o futuro poderia reservar no que diz respeito a uma aeronave militar furtiva. Conversas com especialistas, estudo de bibliografia técnica e organização de painéis sobre o assunto poderiam dar mais corpo, ainda, à visão de futuro desse quadro.

Com os resultados positivos do projeto HAVE BLUE, em 1978, o Departamento de Defesa dos Estados Unidos decidiu pela encomenda de uma aeronave furtiva para a sua Força Aérea que posteriormente foi batizado F-117A *Nighthawk*. A Lockheed foi, então, contratada para

fornecer um lote inicial de 20 aeronaves. Esse projeto foi guardado por medidas extraordinárias de sigilo (Richardson, 1989). Até mesmo, a sua simples existência foi negada.

Com o número cada vez maior de notícias publicadas a respeito de aeronaves furtivas sendo desenvolvidas em projetos secretos, *black projects*, em 22 de agosto de 1980, o Departamento de Defesa dos Estados Unidos promoveu uma reunião de imprensa em sua sede, no Pentágono, ocasião, em que pela primeira vez, a existência de um programa *stealth* americano foi reconhecida (Jones, 1989). Essa reunião de imprensa foi presidida pelo então Secretário de Defesa Harold Brown com a assistência do subsecretário de defesa para pesquisa e engenharia William Perry e o subchefe do estado-maior da Força Aérea do EUA, tenente-general Kelly Burke. Nessa reunião o projeto foi abordado de forma genérica, mas novas informações foram acrescentadas ao que já se conhecia permitindo, assim, aprimorar a base de dados disponível para uma possível compilação das características e capacidades dessa aeronave.

Em 7 de agosto 1986, Tom Clancy lança seu segundo livro, coescrito com Larry Bond, *Red Storm Rising*, traduzido para o português com o título *Tempestade Vermelha*. Esse livro é uma ficção militar que retrata uma possível Terceira Guerra Mundial travada na Europa entre as Forças da OTAN e as do Pacto de Varsóvia. O cenário é o de uma guerra convencional sem o emprego de armas de destruição em massa ou armas nucleares táticas. Um elemento decisivo para a retomada da iniciativa das tropas da OTAN, nesse conflito, é uma aeronave furtiva denominada F-19A *Frisbee*, uma aeronave de caça e ataque. Ainda, nesse mesmo mês, o *The Washington Post* publicou um artigo com o título “50 ‘Stealth’ Fighters in Operation; Secret Squadrons Fly at Night from Bases in Nevada”.

O caça bombardeiro F-117A só foi apresentado ao público, em 10 de novembro de 1988, pouco tempo depois de um acidente com um exemplar de testes da base aérea de Nellis, no estado de Nevada, que culminou com a morte do piloto. Nessa ocasião a Lockheed já havia entregue à Força Aérea dos Estados Unidos 52 unidades. O primeiro voo do F-117A aconteceu em 1981 e o primeiro esquadrão operacional ativado em 1983

O perfil de emprego do F-19A *Frisbee* descrito no livro é muito semelhante do perfil reportado nas ações do F-117A na invasão do Panamá, em novembro de 1988; na Guerra do Golfo, em 1991, e no conflito da Iugoslávia-Kosovo, em 1998-99. *Red Storm Rising* reporta inclusive uma deficiência na camuflagem infravermelho das superfícies aquecidas do F-117A que supostamente seria a causa da única perda em combate da aeronave abatida supostamente por um míssil russo voando em operação de combate sobre a Sérvia e 28 de março de 1999 (Jenkins, 1999).

Para reduzir a assinatura infravermelho do F-117<sup>a</sup> *Nighthawk* a exaustão da turbina foi projetada sob a forma de uma fresta horizontal com o propósito de confinar a pluma em um ângulo vertical estreito. Também, foram colocadas palhetas laterais para limitar o ângulo horizontal do lóbulo de radiação infravermelho da exaustão. Essas características fazem com que a radiação IV da pluma do F-117A seja mínima sob todos os aspectos, exceto pela parte de trás da aeronave. Também, para minimizar a radiação IV da aeronave a turbina não tem pós combustão, o que acabou limitando a velocidade máxima do F-117<sup>a</sup> a níveis abaixo da velocidade do som. (Gunston; Cilchrist, 1993).

Como o perfil de operação do F-117A prevê seu emprego em operações noturnas, a fuselagem do avião é toda preta, o que evita reflexos da luz da lua e da, eventual, iluminação das regiões por onde ele cumpre suas missões.

#### **4.5.4 Considerações sobre o uso das informações sobre aeronaves furtivas**

Nas referências consultadas, não foram encontradas informações oficiais sobre os custos de desenvolvimento do F-117A *Nighthawk*. Pelo que pode se depreender de tudo que foi lido os custos de desenvolvimento foram vultosos e, talvez, o único país que, na época, tinha recursos financeiros e tecnológicos para projetar essa aeronave eram os Estados Unidos. Uma possível comprovação dessa conclusão é que por muito tempo apenas os EUA apresentaram aeronaves *stealth* como o caça-bombardeiro F-117A *Nighthawk* o bombardeiro B-2 *Spirit*, ambos apresentados ao público em 1988; o primeiro avião de caça de quinta geração F-22 *Raptor*, apresentado em 1997; o caça F-35 *Lightning II*, que voou pela primeira vez em 2006; e o bombardeiro B-21 *Raider*, em desenvolvimento pela Northrop-Gruman, que teve seu primeiro voo em novembro de 2023. Além dos EUA, apenas a Rússia e a China possuem aeronaves com características furtivas: o J-20 *Chengdu* que entrou em serviço em 2017 e o Sukhoi Su-57 que entrou em serviço em 2020.

A um custo unitário estimado de 2,1 bilhões <sup>23</sup>de dólares americanos o programa de desenvolvimento e construção dos 21 B-2 *Spirit* incorporados à Força Aérea dos Estados Unidos (USAF do acrônimo do nove em inglês) custou 441 bilhões de dólares ao contribuinte norte-americano. Um preço que, possivelmente, nenhum outro país consegue pagar o que, em outros termos, significa, também, que replicar esta tecnologia em grande escala não é viável para a maioria dos países.

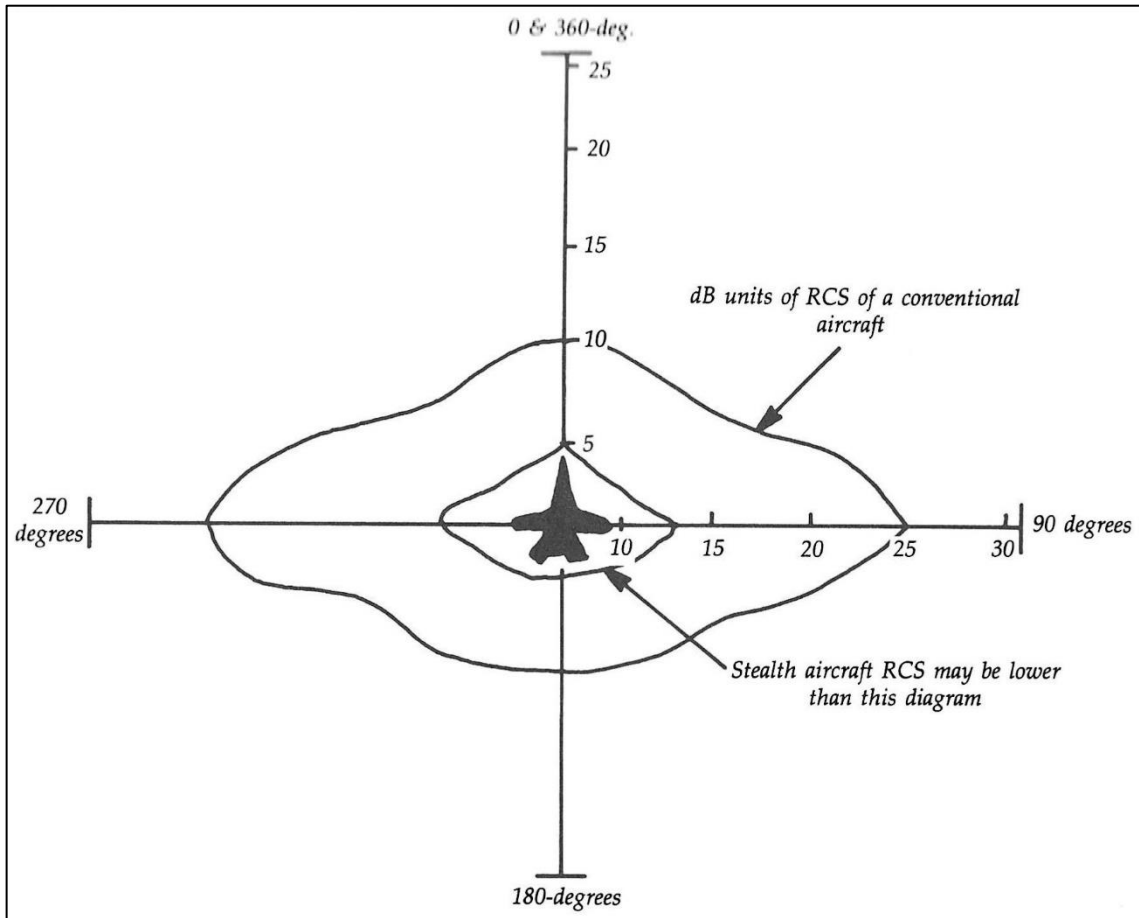
---

<sup>23</sup> Disponível em <https://nationalinterest.org/blog/reboot/pay-price-americas-unstoppable-b-2-stealth-bomber-did-not-come-cheap-199018>. Acessado em 23 abr 2024.

A prospectiva de tecnologia no domínio de aeronaves furtivas dificilmente poderá se traduzir em um esforço de desenvolver essa tecnologia e aeronaves similares por países que não disponham dos recursos, tecnológicos, financeiros e humanos, na quantidade necessária. Contudo, em um ambiente de conflito assimétrico, conhecer as bases teóricas da tecnologia poderá criar oportunidades de se negar o uso dessa tecnologia pelo “inimigo”, ou tornar seu uso muito custoso. Por exemplo, o F-117A é uma aeronave subsônica que tem um padrão de radiação da pluma que, apesar de minimizado, existe e pode ser detectado. Desenvolver um detector IV capaz de detectar a pluma de um F-117A era uma tecnologia passível de ser alcançada nos anos 1980 e 1990 (Zissis). Mísseis antiaéreos de curto alcance, então já existentes, como o míssil francês Mistral, o russo Strela, o chinês Feinu ou o americano Stinger são, teoricamente, capazes de abater aviões subsônicos em perfil de voo rasante de ataque ao solo. Qualquer desses mísseis com um detector capaz de detectar a pluma do F-117A seria uma séria ameaça. A detecção radar do F-117A é muito difícil, mas ele tem um ruído característico quando em voo. Os locais a serem protegidos poderiam ter um perímetro amplo e simples de detecção do ruído dessas aeronaves se aproximando que alertaria o perímetro de defesa com mísseis mais internos que ficaria encarregado de buscar, detectar, identificar e lançar os mísseis assim que a pluma da aeronave tivesse condições de ser adquirida pelo detector do míssil ou de seu sistema diretor. A aquisição teria de ser bastante rápida para poder abater o alvo voando baixo, mas é um exercício interessante de ser pensado.

Algumas características furtivas do F-117A e do B-2 ainda são classificadas apesar de terem sido concebidas há mais de 40 anos. Para ser uma ideia da precisão de informações encontradas em fontes abertas a seção reta radar do F-117A é comparada à seção reta radar de uma águia (Rich, 1997) ou a de uma esfera de rolamento (Westwick, 2020). A Figura 17, datada de 1989, compara a seção reta radar de uma aeronave convencional com a de uma aeronave furtiva (Jones, 1989).

Figura 17: Comparação de SRR entre aeronave convencional e aeronave furtiva

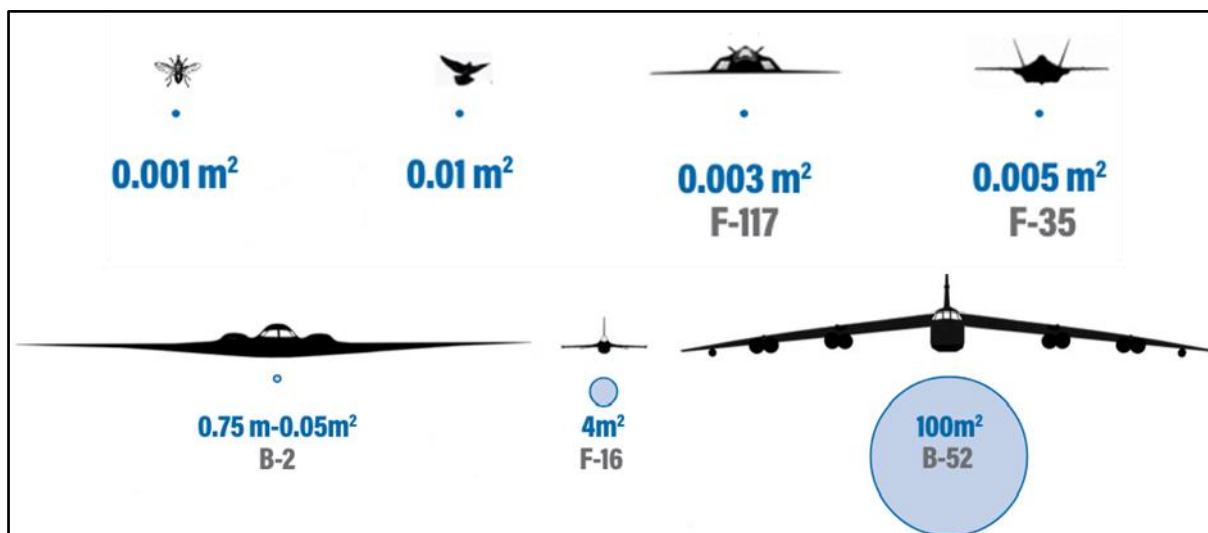


Fonte: Stealth Technology: The Art of Black Magic (Jones, 1989)

A Figura 18 é uma composição de uma figura publicada na *Air Force Magazine*<sup>24</sup> que mostra um quadro comparativo da seção reta radar de um inseto, de uma águia, do F-117, do F-35, do B-2, do F-16 e do venerável B-52. É interessante notar que, supostamente, essas informações seriam confidenciais. Pelo menos, as das aeronaves furtivas. Uma possível inferência para esta publicação poderia ser a “certeza” que os americanos têm de que nenhum radar existente, ou passível de ser projetado no curto prazo, teria a capacidade de detectar aeronaves como o F-35 ou o B-2, por exemplo. Por outro lado, esse conteúdo poderia ser considerado, também, como uma contrainformação destinada a desanimar outros países a investir em pesquisa para desenvolver radares mais poderosos. Um dos grandes valores desse tipo de informação é permitir uma análise de diversas possibilidades que poderão ensejar novos desenvolvimentos, conceitos, tecnologias e formas criativas e alternativas de se considerar enfrentamentos assimétricos.

<sup>24</sup> Air Force Magazine, July-August 2019, Vol. 102, No. 07. Disponível em: [https://www.airandspaceforces.com/app/uploads/2019/11/AFM\\_July-August-2019-Full-Issue.pdf](https://www.airandspaceforces.com/app/uploads/2019/11/AFM_July-August-2019-Full-Issue.pdf). Acessado em 15 abr 2024.

Figura 18 – Comparação de SRR de aeronaves militares



Fonte: Air Force Magazine July-August 2019

#### 4.6 Veículos Aéreos Não Tripulados - *drones*

Os primeiros veículos aéreos não tripulados (VANT)<sup>25</sup> foram idealizados e desenvolvidos na Grã-Bretanha e nos Estados Unidos da América (EUA) durante a Primeira Guerra Mundial<sup>26</sup>. O primeiro protótipo conhecido, o *Britain's Aerial Target*, uma pequena aeronave controlada através do rádio, voou pela primeira vez em março de 1917. Em outubro de 1918, o protótipo norte-americano *Kettering Bug*, também, conhecido como o torpedo aéreo americano, fez seu primeiro voo. Ambos os protótipos tiveram sucesso como demonstradores de tecnologia. Todavia, não conheceram emprego operacional durante a Grande Guerra<sup>22</sup>.

Durante o período entreguerras o desenvolvimento e teste de VANTs prosseguiram tanto nos EUA como na Grã-Bretanha. Em 1935 os britânicos produziram vários VANT controlados por rádio para servirem de alvos aéreos para treinamento de tiro antiaéreo. Aparentemente, o termo *drone* foi empregado pela primeira vez para se referir a um desses modelos, então, fabricados; o *DH.82B Queen Bee* (Figura 19). Aeronaves remotamente controladas por rádio, também, foram desenvolvidas e fabricadas nos EUA para as mesmas aplicações.<sup>22</sup>

<sup>25</sup> Em inglês: Remotely Piloted Vehicle (RPV)

<sup>26</sup> A Brief History of Drones. Disponível no sítio de Imperial War Museum em: <https://www.iwm.org.uk/history/a-brief-history-of-drones> Acessado em: 12 abr 2024.

Figura 19: British Aerial Target, em 1917, e Queen Bee, em 1941.



Fonte: War Imperial Museum<sup>22</sup>

Logo após a Segunda Guerra Mundial dois bombardeiros B-17 da Força Aérea do Exército dos Estados Unidos foram adaptados para voar sem tripulação. Em 6 de agosto de 1946, os dois protótipos da fortaleza voadora B-17 (Figura 20) adaptada para ser controlada remotamente decolaram da *Hilo Naval Air Station*, no Havai e voaram até a *Munroc Army Air Field*, na Califórnia. Durante todo esse trajeto de 2600 milhas, com a duração de 15 horas de voo, essas aeronaves estabeleceram um novo recorde para aeronaves remotamente controladas.

Figura 20: Protótipo de B-17 adaptado como VANT em voo de teste no Havai, em 1946



Fonte: Imperial Air Museum<sup>19</sup>

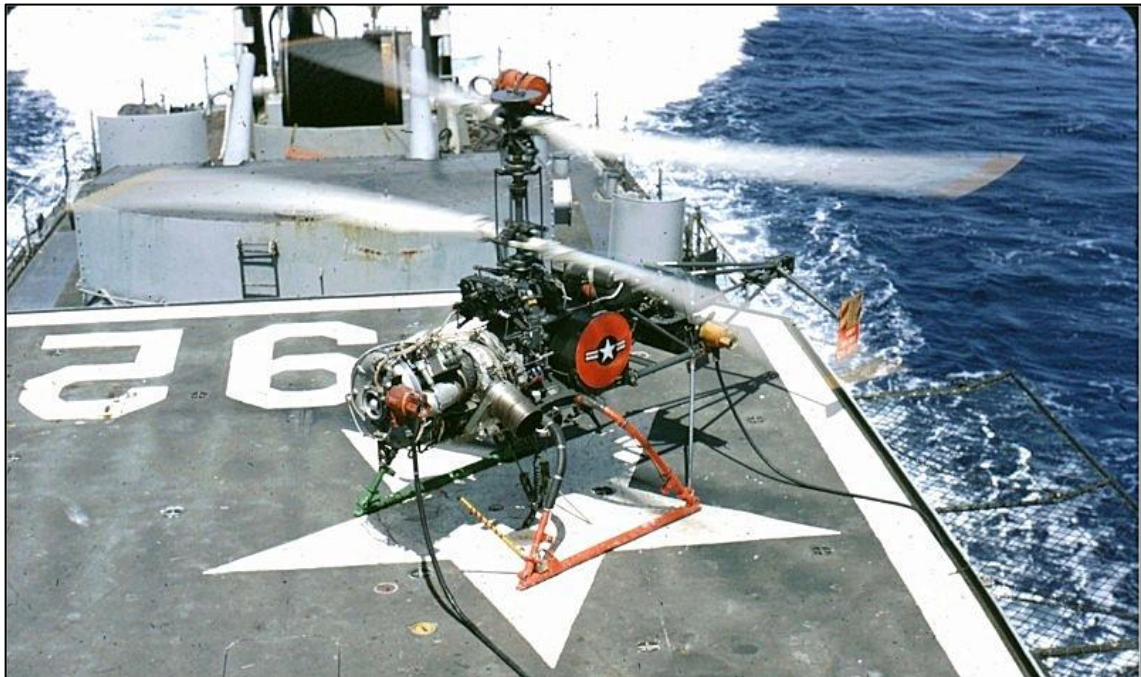
VANTs foram intensivamente empregados em atividades de reconhecimento, pela primeira vez, na Guerra do Vietnam. Foi nessa época que os drones começaram a desempenhar outros papéis, ainda que de forma limitada. Foram usados como despistadores em operações de



combate, para lançamento de foguetes contra posições de terra e distribuição de panfletos em operações de guerra psicológica.

Entre 1960 e 1965, 33 dos 58 contratorpedeiros americanos da Classe Allen Sumner foram modernizados através do programa *Fleet Rehabilitation and Modernization II* (FRAM II) e receberam, um hangar e um pequeno convés de voo por ante avante da torreta de ré do navio para poder operar o *Drone Anti-Submarine Helicopter* (DASH). A fabricação do DASH (Figura 21) parou em 1969 e ele foi retirado de serviço entre 1968 e 1973, por não ser um sistema confiável (Friedman, 1982). A Marinha do Brasil (MB) comprou 4 desses contratorpedeiros: D35 – Sergipe, D36 – Alagoas, D37 - Rio Grande do Norte, e D38 – Espírito Santo. Na MB o reduzido convés de voo e o hangar foram utilizados para operar o helicóptero Wasp.

Figura 21: DASH a bordo do DD-692 no Vietnam entre abril e junho de 1967



Fonte: [https://commons.wikimedia.org/wiki/File:QH-50\\_DD-692\\_1967.jpg](https://commons.wikimedia.org/wiki/File:QH-50_DD-692_1967.jpg)

O DASH foi utilizado pelo Exército dos Estados Unidos (USArmy), na raia de testes de mísseis de *White Sands*, até 2006 para a calibragem de sensores e reboque de alvos aéreos<sup>27</sup>

Possivelmente, a mais antiga ocorrência do emprego sistemático e intenso de veículos aéreos não tripulados (VANT) em combate foi na Guerra do Vale de Bekaa, em junho de 1982, quando forças israelenses invadiram o sul do Líbano. O objetivo da operação “Paz para a Galileia”, como foi chamada essa intervenção, era acabar, ou conter, a série de ataques terrorista da

<sup>27</sup> Gyrodyne Today. Disponível em: [https://www.gyrodynehelicopters.com/grodyne\\_today.htm](https://www.gyrodynehelicopters.com/grodyne_today.htm). Acessado: em 01 maio 2024.

Organização para a Libertação da Palestina (OLP) ao território de Israel que partia através da fronteira com o Líbano. Em maio de 1982, quando a operação começou a ser planejada, o aparato de inteligência israelense intensificou o trabalho de levantamento das características e capacidades das defesas antiaéreas no local, majoritariamente operadas por forças sírias e soviéticas (Hersh, 1991). Informações foram colhidas, também, com o emprego de drones, principalmente, para o levantamento das informações eletrônicas dos sistemas de detecção e direção de tiro dos sistemas de defesa antiaéreos<sup>28</sup>. Na ocasião os israelenses possuíam um único esquadrão de VANT que possuíam capacidade de operação noturna limitada pela tecnologia então existente. Todavia, as forças israelenses conseguiam manter no ar, pelo menos 2 VANT, 24 horas por dia fornecendo informações de vídeo sobre a movimentação das baterias antiaéreas que defendiam o Vale de Bekaa (Grant, 2002). Esse conflito foi a demonstração de os VANT passariam a ser peça fundamental na guerra, no futuro.

Desde então, o uso de VANTs em operações militares não parou de crescer e a tecnologia neles embutida avançou significativamente. Por exemplo, o VANT RQ-4 Global Hawk fabricado pela Northrop Grumman teve seu projeto iniciado no começo da década de 1990. Seu primeiro voo aconteceu em 28 de fevereiro de 1998 e foi definitivamente incorporado ao serviço em 2001. Trata-se de uma aeronave de vigilância remotamente tripulada dotada de um radar de abertura sintética de alta resolução e de sensores eletro-ópticos nos espectros visual e infravermelho. Possui grande autonomia o que lhe permite sobrevoar os alvos por um longo período e é capaz de fazer reconhecimento voando a grandes altitudes (Drezner; Leonard, 2002). A Figura 22 mostra o VANT RQ-4 Global Hawk utilizado pela Força Aérea dos Estados Unidos (USAF)<sup>29</sup>. A USAF prevê a retirada de serviço dos Global Hawk a partir do ano fiscal de 2027<sup>30</sup>.

---

<sup>28</sup> Air and Space Forces Magazine, June 1, 2002. Disponível em: <https://www.airandspaceforces.com/article/0602bekaa/>. Acessado em 31 mar 2024.

<sup>29</sup> United States Air Force – USAF.

<sup>30</sup> Breaking Defense, July 27, 2022. Disponível em <https://breakingdefense.com/2022/07/exclusive-air-forces-rq-4-global-hawk-drones-headed-for-the-boneyard-in-fy27/>. Acessado em 15 abr 2024.

Figura 22: RQ-4 Global Hawk



Fonte: USAF photo/Staff Sgt. Nathan Lipscomb (Insinna, 2022)

A Marinha dos Estados Unidos encomendou uma versão especial para o reconhecimento marítimo que levou o nome de MQ-4C Triton (Snowden; Wood, 2021) mostrada na Figura 23.

Figura 23: MQ-4C Triton



Fonte: (Snowden; Wood, 2021)

Um outro VANT desenvolvido para operações militares é MQ-9A Reaper da USAF. Foi desenvolvido e fabricado pela General Atomics Aeronautical Systems a partir do começo dos anos 2000. Seu primeiro voo aconteceu em 2 de fevereiro de 2001 e foi incorporado à USAF em 1º de maio de 2007. O Reaper é capaz de carregar um conjunto de sensores e armas ofensivas. É empregado em missões de reconhecimento, inteligência e ataque ao solo. É dirigido por

estações de controle em solo e tem uma limitada capacidade de governo independente limitada ao voo de ida e volta para o teatro de operações, ou o retorno automático para sua base, ou aeroporto alternativo, quando o contato entre o Reaper e sua unidade de controle é perdido, por algum motivo<sup>31</sup>. O Reaper marcou um ponto de inflexão no emprego de drones pela USAF. Em 2006 o Chefe do Estado-Maior as USAF, a maior autoridade militar da força, declarou que o Reaper representou uma evolução significativa na tecnologia e emprego dos VANTs. A partir daquele momento, o emprego principal do drones deixou de ser para atividades de reconhecimento, inteligência e vigilância mudando para a operações de ataque ao solo contra alvos fixos e móveis<sup>32</sup>. O Reaper é o principal drone da USAF para missões de ataque ao solo. Ele pode ser armado, por exemplo, com mísseis AGM-114 Hellfire e com Bombas GBU-12 Paveway II guiadas a laser, de alta capacidade de penetração. A Figura 24 mostra um MQ-9 Reaper armado com bombas GBU-12 Paveway II e mísseis AGM-114 Hellfire em uma missão de combate sobre o sul do Afeganistão<sup>33</sup>.

Figura 24: MQ-9 Reaper



Fonte: U.S. Air Force Photo / Lt. Col. Leslie Pratt<sup>26</sup>

Uma característica comum aos 3 VANTs, Reaper, Triton e Global Hawk é que eles não são dotados de recursos de inteligência artificial (IA) para a identificação, seleção e engajamento

<sup>31</sup> General Atomics Aeronautical. Disponível em: <https://www.ga-asi.com/remotely-piloted-aircraft/mq-9a> Acessado em 15 abr 2024.

<sup>32</sup> The official web site of the Air Force. September, 14, 2006. Disponível em: <https://web.archive.org/web/20110914055555/http://www.af.mil/news/story.asp?storyID=123027012> Acessado em: 15 abr 2024.

<sup>33</sup> Air Force. MQ-9 Reaper. March 2021. Disponível em: <https://www.af.mil/About-Us/Fact-Sheets/Display/Article/104470/mq-9-reaper/> Acessado em 15 abr 2024.

de alvos. Essas atividades, por doutrina, são executadas pelos controladores situados nos centros de operações e controle, muitas vezes, situados a milhares de quilômetros de distância que obedecem a uma rígida sequência de procedimento para o ataque a qualquer alvo<sup>21, 34</sup>.

#### 4.6.1 Veículos Autônomos, Inteligência Artificial e emprego de drones no futuro

A sequência de eventos relatando a evolução do desenvolvimento e emprego dos drones feita no breve histórico sobre drones permite inferir que à medida que a tecnologia aplicada a esse tipo de dispositivo fosse desenvolvida não só o emprego do drone como a capacidade de realizar tarefas tenderia a aumentar. Notícias do passado recente e correntes, notadamente sobre o emprego de drones na guerra da Ucrânia, vem mostrando o crescente emprego de drones, o aumento da letalidade desses dispositivos e o aporte de novas tecnologia cada vez maior nesses dispositivos. É de se supor, portanto, que a tecnologia aplicada, a amplitude de emprego e a letalidade dos drones tendam a aumentar cada vez mais.

Drones são dispositivos mais acessíveis que aeronaves tripuladas sofisticadas. Drones “caseiros” de 500 dólares americanos têm o potencial de neutralizar carros de combate que custam milhões. Também, podem comprometer a cadeia logística necessária para a manutenção da vitalidade da linha de frente causando perdas irreparáveis em comboios de suprimentos. O emprego de drones na guerra entre a Rússia e a Ucrânia está mudando a forma de como se pode conduzir a guerra, como conta o *story telling* visual<sup>35</sup> da Reuters que pode ser acessado pelo link na nota de rodapé 31.

O registro e a análise de informações como a acima mencionada é uma ação de inteligência que fornece subsídios valiosos para a prospectiva de tecnologia de defesa, a elaboração e avaliação de cenários e podem levar à decisão de conduzir projetos de desenvolvimento de sistemas de defesa criativos, acessíveis para potências menores e com um potencial de gerar grandes perdas a um eventual agressor.

O emprego da inteligência artificial para o controle de drones é algo tecnicamente possível à luz da tecnologia de hoje. Contudo, considerações éticas e morais, estabeleceram um congelamento tácito no desenvolvimento desse tipo de dispositivo (Sayler, 2024).

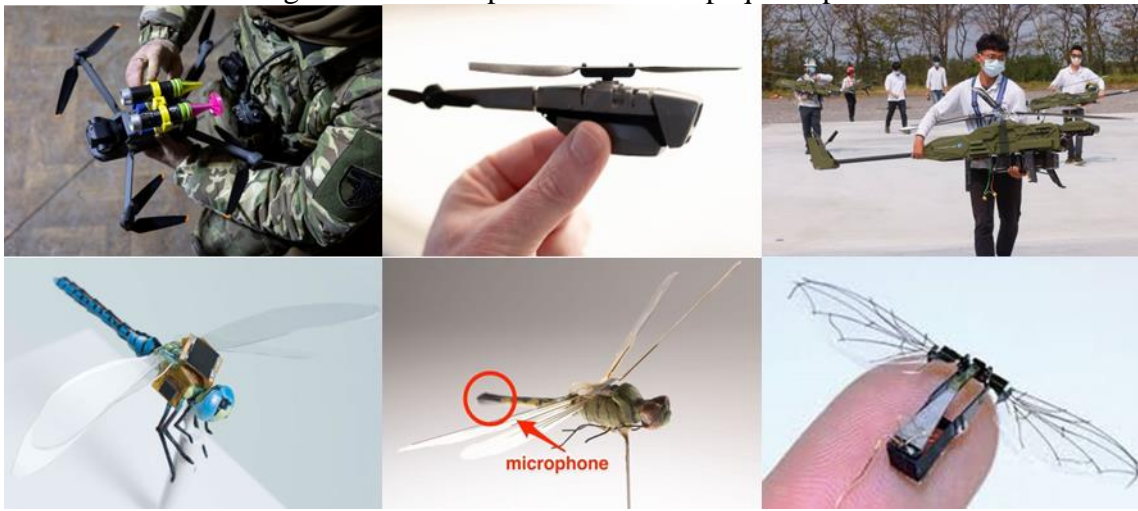
---

<sup>34</sup> Air Force. Cleared hot: When predators and reapers engage. June 21. 2017. Disponível em <https://www.af.mil/News/Article-Display/Article/1224215/cleared-hot-when-predators-and-reapers-engage/> Acessado em 15 abr 2024.

<sup>35</sup> How drone combat in Ukraine is changing warfare, March, 26. 2024. Disponível em: <https://www.reuters.com/graphics/UKRAINE-CRISIS/DRONES/dwpkeyjwkpm/>

O mosaico da Figura 25 mostra o quão inconspícuos os drones atuais podem ser. Essas características lhes conferem a capacidade de penetrar em ambientes físicos sem que sejam percebidos e coletar informações de áudio e vídeo que, eventualmente, podem ser transmitidas em tempo real para um posto de operações remoto. O emprego desses drones em operações de defesa e segurança pública torna possível aplicações que só eram imaginadas em obras de ficção no passado recente.

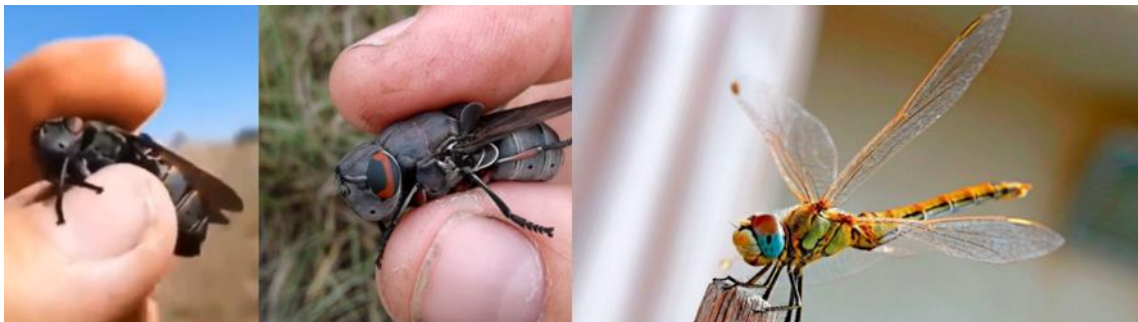
Figura 25 – Exemplo de drones de pequeno porte



Fonte: Pesquisa do autor.

A Figura 26 mostra dois tipos de nano drones que pelas suas dimensões tem o potencial de passar despercebidos de um observador distante. A imagem da esquerda retrata um nano drone militar feito de um polímero que pode passar por um besouro natural. A imagem da direita mostra outro nano drone que parece uma libélula colorida voando, praticamente imperceptível de se distinguir a diferença do inseto real à distância. Novas tecnologias e técnicas devem ser desenvolvidas para neutralizar, de um lado, e garantir, de outro, o emprego desses dispositivos.

Figura 26 – Nano drones militares



Fonte: Pesquisa do autor.

Para aplicações militares foram desenvolvidos nano drones com elevado grau de autonomia dotados de câmeras, microfones além de capacidade de armazenar e transmitir a informação coletada. A contínua miniaturização de componentes vem permitindo um progresso acentuado na miniaturização dos drones o que abre a perspectiva para novos empregos com mais discrição proporcionada pela furtividade da miniaturização.

Nano drone<sup>36</sup> é definido pelo Blog quora.com como veículo aéreo não tripulado (VANT) muito pequeno, normalmente, pesando menos de 250 gramas e medindo, apenas, pouco centímetros. Também, podem ser chamados de micro drones ou drones muito pequenos. São projetados para várias aplicações, incluindo vigilância, reconhecimento, pesquisa, fiscalização ambiental e, até mesmo, lazer.

Na guerra da Ucrânia, ataques por formações de enxames de pequenos e médios drones vêm sendo reportadas pela mídia impressa e eletrônica. Este tipo de aplicação foi previsto no livro *Swarm Troopers: How small Drones Will Conquer the World* (Hambling, 2015). A tecnologia de drones é acessível desde grandes potências tecnológicas até organizações terroristas e pode ser consideradas um recurso de excelência tanto para a guerra híbrida como para a guerra assimétrica.

#### **4.7 A ficção militar: fonte de informação para a prospectiva de tecnologias de defesa**

Este capítulo tem o propósito de citar uns poucos exemplos tirados da literatura de ficção militar para mostrar que essas informações além de terem um cunho de verossimilhança podem ser validadas à luz dos conhecimentos atuais e tendem a representar cenários táticos e geopolíticos reais. Popper (2008) relaciona a ficção científica como um dos processos de prospectiva o que provê o fundamento teórico para estender o conceito para a prospectiva de tecnologias futuras de defesa.

O número de obras de ficção militar, considerando os mais variados cenários geopolíticos e de combate, cresce a cada dia. Algumas obras de ficção da década de 1980 anteciparam situações que se confirmaram pouco tempo depois. O exemplo do F-19 no livro “Tempestade Vermelha” de Tom Clancy, já relatado neste trabalho, antecedeu em 3 anos a divulgação do F-117 *Night Hawk* que, por sua vez, já estava em condições de voo há cerca de 10 anos. O primeiro livro de Tom Clancy, “A Caçada do Outubro Vermelho”, trouxe para o público uma grande quantidade

---

<sup>36</sup> Nano drones, also known as micro drones or tiny drones, are very small unmanned aerial vehicles (UAVs) typically weighing less than 250 grams and measuring just a few centimeters in size. They are designed for various applications, including surveillance, reconnaissance, environmental monitoring, research, and even entertainment. Disponível em: <https://www.quora.com/What-are-nano-drones> Acessado em 02 set 2024.

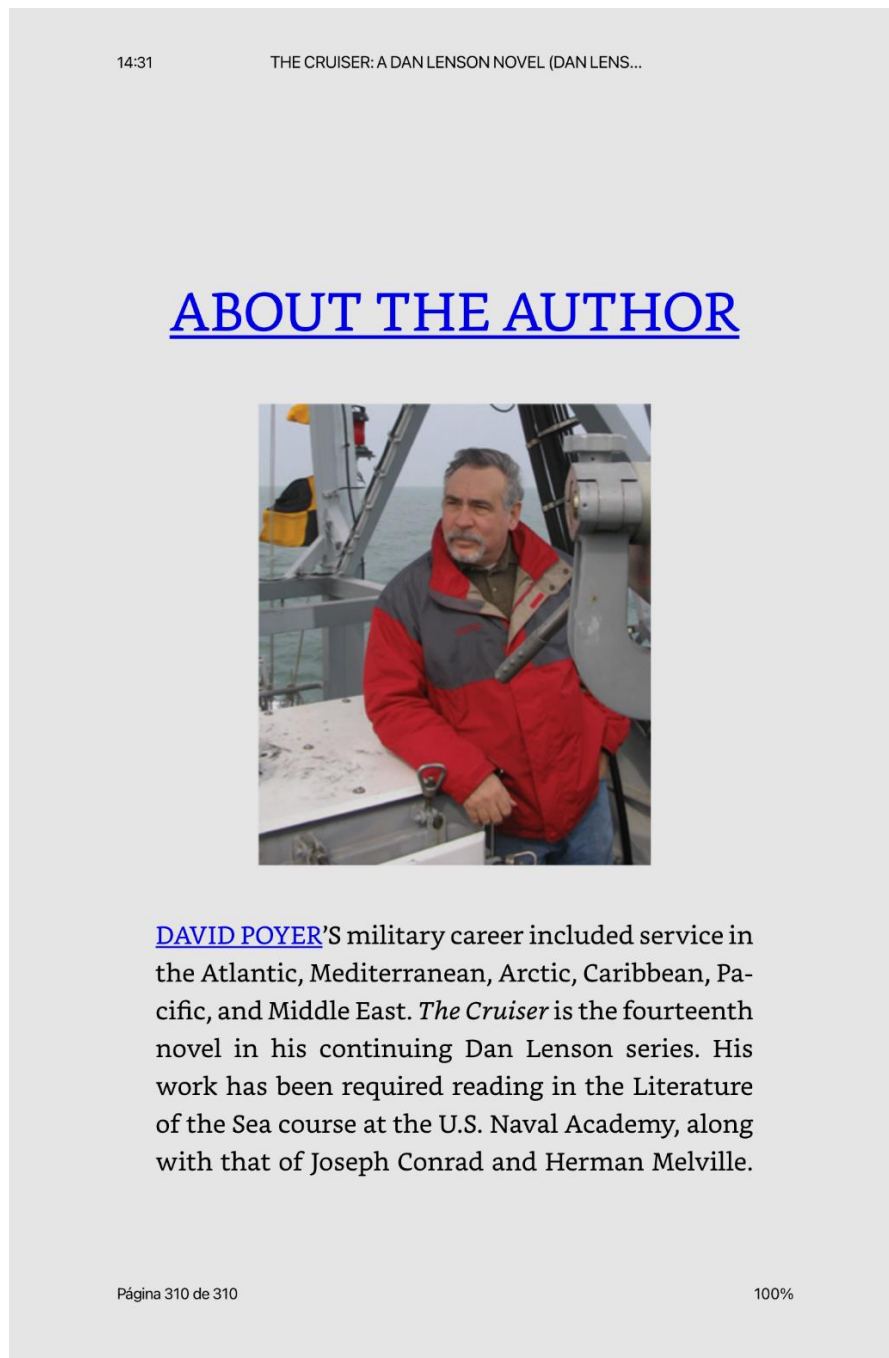
de informação que, apenas, especialistas conheciam. Muitos oficiais da Marinha dos Estados Unidos ficaram surpresos com o nível de detalhe que foi levado ao público, alguns supostamente considerados classificados<sup>37</sup>. Pouco tempo depois, correu uma notícia de que o autor fora interrogado pelo FBI para explicar como conseguira obter tantas informações importantes. Consta que ele teria mostrado todo o conjunto de publicações ostensivas que ele havia usado para escrever o livro<sup>28</sup>. Essa notícia não parece ser verdadeira, uma vez que a primeira edição desse livro foi lançada pelo *United States Naval Institute Press (USNI Press)*, uma organização não governamental ligada à Marinha dos Estados Unidos. Contudo há um relato, de que algumas passagens foram alteradas por uma comissão da USNI Press. Todavia, o conjunto da obra foi considerado não classificado<sup>28</sup> quando confrontado com informações publicadas em meios tais como *Janes Fighting Ships, Proceedings, Naval Forces, Aviation Week, Defence News, Navy Times, etc.* Muitas das obras de Tom Clancy são um exemplo da quantidade de informação de tecnologia de defesa, tática e estratégia militares ou problemas geopolíticos podem ser aprendidos. Para países que não fazem parte daqueles dotados de tecnologia de ponta, ou não estão vivendo situações geopolíticas desafiadoras, essas informações podem ser de grande utilidade para indicar novas tendências tecnológicas e, eventualmente, conhecer situações, ou cenários, que possam, a longo prazo, comprometer a integridade física desses países mais periféricos.

Um outro autor que merece ter seus livros estudados e analisados é David Poyer. Trata-se de um oficial da reserva da USN que seguiu uma segunda carreira como escritor de ficção militar. Seus temas, invariavelmente, envolvem tecnologias de defesa, notadamente no campo naval, em situações geopolíticas reais, mas que não são do conhecimento do público periférico quando do lançamento dos livros. Na contracapa de trás dos seus livros mais recentes tem uma pequena biografia do autor e a menção de que seus livros são de leitura obrigatória dos aspirantes da Academia Naval de Anápolis (USNA) como mostra a Figura 27.

---

<sup>37</sup> Disponível em: <https://www.quora.com/Is-it-true-that-Tom-Clancy-was-questioned-by-the-FBI-after-he-wrote-The-Hunt-for-Red-October> Acessado em 22 abr 2024.



Figura 27: Contra capa de *The Cruizer*

Fonte: *The Cruizer* – livro eletrônico

Por exemplo, o livro *The Gulf*, lançado em 1990, aborda o tema da instabilidade no Golfo Pérsico, o problema da escolta de comboios de navios petroleiros, o afundamento de um contratorpedeiro da USN por um míssil, o então intrincado sistema de comando e controle das forças americanas e aliadas e alguns dos sistemas de armas então disponíveis com suas possibilidades e restrições operacionais. Interessante notar que esta situação permanece, até hoje, sem uma solução definitiva, nem do ponto de vista político, nem pelo lado da navegação segura e livre. As operações de escolta no Golfo Pérsico começaram em 1987, ano em que a Fragata USNS

*Stark* foi atingida por 2 mísseis Exocet iraquianos que causaram a morte de 37 tripulantes e o ferimento de outros 21. A fragata foi danificada, mas não afundou, foi reparada, retornou ao serviço ativo e deu baixa da USN em 1999 (Mockaitis, 2013). Eventos semelhantes ao imaginado no livro aconteceram depois, como a ataque ao contratorpedeiro USNS *Cole*, no ano de 2000. O personagem central dos 22 livros de David Poyer é um oficial da marinha dos Estados Unidos no posto de tenente no primeiro livro *The Med*, lançado em 1988, que chega a Vice-Almirante no 22º livro *The Academy*, lançado em 2023. Ao longo da carreira e dos 22 livros se pode acompanhar, por exemplo, o progresso da tecnologia dos sistemas de comando e controle embarcados em navios, começando com o NTDS II<sup>38</sup> até o sistema Aegis, atualmente em operação dos Contratorpedeiro da classe DDG-51 Arleigh Burke e que, também, vão equipar as futuras fragatas da classe *Constellation*. Situações geopolíticas como a expansão territorial chinesa nos mares da China, a reunificação forçada de Taiwan com a República Popular da China ou um potencial conflito entre as duas Coreias, entre outros cenários possíveis, são retratados nesses livros. Os livros 16 (*Onslaught* – 2016), 17 (*Hunter Killer* -2017), 18 (*Deep War* – 2018), 19 (*Overthrow* – 2019) e 20 (*Violent Piece* – 2020) exploram os cenários de guerras na Índia, Coreia, Taiwan e uma guerra da China com os EUA onde são registrados ataques cibernéticos, veículos não tripulados (marítimos, aéreos e terrestres) dotados de inteligência artificial, combates em que soldados dotados de exoesqueletos são apoiados por robôs autônomos, aviões de sexta geração em operações de ataque e defesa, entre outros. A Tabela XX do Anexo 1 relaciona os 22 livros e indica um link para o resumo de cada um deles, publicado na Amazon.com.

Os livros *The Cruizer*, *Tipping Point* e *Onslaught* trazem informações detalhadas sobre o sistema Aegis, sobre a operação do navio, sobre a localização do Centro de Informações de Combate (CIC) do navio – localizado no centro do navio, abaixo da linha d’água e revestido por uma blindagem protetora, sobre o intrincado sistema de comunicações e a capacidade do navio de receber o cenário tático de um grande número de outras unidades. Essas informações não são encontradas nem no sítio da Lockheed Martin, a fabricante do sistema.

Além de tecnologia e táticas, os livros, também, abordam os problemas psicológicos e físicos que as pessoas envolvidas nas tramas de guerra e políticas sofrem. Esses livros são de uma leitura agradável e trazem muitos ensinamentos úteis nos campos de operações, tecnologias de defesa, cenários geopolíticos e consequências sociopsicológicas que não estão, necessariamente, presentes no dia a dia dos países periféricos, mas que podem fazer parte dele de um

---

<sup>38</sup> NTDS II – Naval Tactical Data System II

momento para o outro. Junto com outros livros do gênero podem servir de fonte para o teste de um projeto piloto de prospectiva de tecnologia sobre sistemas de combate e sensores.

Uma outra coleção de livros de ficção militar que merece ser considerada é a *The Monroe Doctrine*<sup>39</sup> escrita pelos autores James Rosone, Miranda Watson e Alex Aaronson. A série de oito volumes conta a história de uma guerra entre a República Popular da China (RPC) e os Estados Unidos da América. Dentro de um contexto geopolítico que antecede ao início das hostilidades a China estabelece uma presença militar forte, com a construção de posições fortificadas e bases militares em Cuba e na Venezuela. Nesse meio tempo, a RPC se preparou militarmente para invadir Taiwan, a Coreia e o sul da parte asiática da Federação Russa. A guerra começa com um ataque cibernético intenso à América do Norte e aos Países da Organização do Tratado do Atlântico Norte que paralisa todas as comunicações e atividades dependentes da tecnologia da informação. Simultaneamente, em uma ação típica de guerra híbrida, navios porta *containers*, adaptados para cada um lançar mais de 200 mísseis e foguetes balísticos, navegando “inocentemente” nas costas dos EUA, lançam seus mísseis e foguetes contra as principais cidades e bases americanas causando um caos generalizado em todo o país. Taiwan e Coreia são invadidas e conquistadas com relativa facilidade. Tropas chinesas são acantonadas na fronteira sul da Rússia que, desgastada com a guerra contra a Ucrânia, não dispunha de forças suficientes para defender seu território. Tropas do Japão, da Itália, do Reino Unido, da Alemanha, da França e outros contingentes menores de países da NATO se juntam ao esforço para defender a Rússia contra o agressor chinês.

A primeira reação dos EUA logo após a relativa estabilização da situação interna do país é a expulsão dos chineses de Cuba. Os embates descritos podem ser considerados tradicionais com o emprego de toda a tecnologia militar que os EUA têm. Um F-22 Raptor é abatido em uma missão de apoio de fogo. Uma surpresa, para nós brasileiros, é que a aeronave A-29 Super Tucano, fabricada pela Embraer, é muito requisitada para o apoio de fogo ao solo. Várias menções são feitas à eficácia dessa pequena, mas eficiente, aeronave que seria parte do inventário da Marinha dos Estados Unidos. Aeronaves de sexta geração são empregadas pela primeira vez.

É interessante notar que o emprego de drones é previsto nessa série de livros, mas não, necessariamente, como estamos vendo no conflito atual entre a Rússia e a Ucrânia. Fuzileiros Navais dos EUA ao desembarcarem na Venezuela para expulsar os chineses se deparam com uma

---

<sup>39</sup> *The Monroe Doctrine* - A Doutrina Monroe é um dos princípios da política externa formulada pelo presidente James Monroe, em 1823, que considera um ato potencialmente hostil aos Estados Unidos da América qualquer intervenção de uma potência externa na política do continente americano.

ameaça inesperada. São atacados por enxames de pequenos drones capazes de identificar seus alvos humanos através do reconhecimento de uniformes, armamento usado e traços biológicos. Ao fazerem o reconhecimento positivo do soldado inimigo se posicionam a sua frente, na altura da cabeça, e detonam a pequena carga explosiva que carregam causando morte instantânea do “inimigo”. As primeiras ondas de ataque são devastadas por esses drones *kamikazes* e o moral das tropas americanas é comprometido seriamente. Passam-se mais de 3 meses para que se encontre uma contramedida eficaz contra esses drones autônomos, dotados de inteligência artificial estreita, que irá permitir a retomada da ofensiva americana, na Venezuela. As operações no interior do país envolvem principalmente o enfrentamento entre carros de combate com o uso de munições inteligentes, blindagens especiais e o uso de um sistema de defesa ativo contra munições desenvolvido pelos israelenses. Depois de vencidas as barreiras dos drones *Kamikazes* fica estabelecida a superioridade militar dos EUA.

Com o território do continente americano tecnicamente liberado, a guerra se transfere para o Oceano Pacífico. As principais ilhas são retomadas e em seguida a Coreia e Taiwan se tornam o objeto de reconquista. Ao longo dos volumes novas armas autônomas são reveladas, nos três meios: terra, mar e ar; quase todas elas com algum grau de autonomia e inteligência artificial restrita. Aeronaves de combate com alas tripuladas por IA, submarinos coordenando a operação de outros submarinos não tripulados operando em rede, soldados vestindo exoesqueletos e assistidos por soldados robôs que se encarregam das atividades mais perigosas, satélites capazes de coletar e divulgar informações complexas com extrema precisão e velocidades espantosas, por exemplo. Com o passar do tempo, vem sendo trazido à tona que o grande estrategista de toda a guerra é uma Inteligência Artificial Superinteligente, chamada *Jade Dragon* que, mais à frente se torna tão poderosa que assume todas as decisões sobre a guerra, desenvolve e coordena a fabricação das novas armas, além de ser capaz de eliminar aqueles que, circunstancialmente, são contra as propostas da IA. A última e derradeira arma desenvolvida pelo *Jade Dragon* é o *exército de terracota*, uma referência ao exército de terracota descoberto na tumba do imperador Qin, mas que no caso se trata de um exército de soldados robôs governados por inteligência artificial com capacidades muito superiores a qualquer outro soldado mesmo quando usando exoesqueletos. O mesmo conceito de sistemas independentes é transferido para o mar e para o ar. No final, os aliados vencem a China depois de muitas derrotas e vitórias sangrentas com a ajuda da tecnologia e criatividade. Países da Europa são bombardeados com mísseis e armas hipersônicas espalhando o terror e gerando grandes protestos. A série é, também, um libelo contra a superinteligência artificial, além de apresentar vários cenários de combates com armas

atuais e futuras que, muito possivelmente, poderão fazer parte dos arsenais do futuro. A Tabela xx do Anexo 1 relaciona os 8 livros da série e contém um link para o resumo de cada um deles, publicado na Amazon.com, incluindo o nono volume a ser lançado em 2025.

A robotização do processo decisório militar, também, é tema da dissertação de mestrado *Guerra Naval do Futuro: Estudo de Cenários Prospectivos da Era Pós-Humana* (Nichols, 2019). Em um dos cenários analisados, o “Tempestade em Alto Mar”, um Robô Almirante, possuidor de uma Inteligência Artificial sofisticada tem, ou teria, o poder de decidir sobre todas as ações desenvolvidas no teatro de operações. Outros dois cenários consideram o emprego de dispositivos dotados de algum grau de autonomia para executar determinadas tarefas. O cenário “Tempestade em Alto Mar” revela um cenário possível preocupante na medida em que tem o potencial de transferir decisões de cunho moral e humanitário à uma “máquina” que pode não ter aprendido a valorizar conceitos subjetivos caros à Humanidade e que, de certa forma, asseguraram a sua sobrevivência até os dias de hoje. A lógica da máquina tende a pensar apenas com números para otimizar resultados. Um exemplo de cenário que explora possíveis consequências nefastas de se permitir inteligências artificiais controlar e operar sistemas de defesa é a trilogia “Terminator” onde o objetivo de exterminar a raça humana é comandado pela inteligência “Skynet”.

Ainda sobre o tema de IA militar, em 17 de junho de 2024 o El Confidencial<sup>40</sup>, um jornal digital diário espanhol de linha liberal, publicou uma notícia dando conta que a China criou seu primeiro comandante militar de inteligência artificial. Segundo o artigo, cientistas chineses entendem que é vital ter comandantes de inteligência artificial para controlar grandes quantidades de ativos militares autônomos em operação. O autor do artigo, Jesús Díaz, também, faz uma alusão à trilogia “Terminator” e menciona que os chineses desenvolveram o primeiro “Skynet” da história, a inteligência artificial militar que teria sido a responsável por ordenar um ataque nuclear global e que deu origem ao processo de extinção da raça humana pelos agentes “terminators”. Mais um caso em que a ficção pretende se tornar realidade.

O artigo reporta que os cientistas chineses demonstraram o funcionamento do comandante militar integrando-o às simulações do Exército Popular de Libertação da China (PLA). Aparentemente, o governo chinês optou por manter esse recurso restrito ao Laboratório de Operações Conjuntas da Universidade de Defesa Nacional. Todavia esse é um marco real preocupante no

---

<sup>40</sup> “China crea el primer comandante militar de inteligencia artificial”. Disponível em: [https://www.elconfidencial.com/tecnologia/novaceno/2024-06-17/china-comandante-militar-ia-skynet-terminator\\_3904687/](https://www.elconfidencial.com/tecnologia/novaceno/2024-06-17/china-comandante-militar-ia-skynet-terminator_3904687/)

que diz respeito ao desenvolvimento de dispositivos de inteligência artificial superinteligentes uma vez que abre o precedente de se ter, eventualmente, uma máquina tomando decisões sobre decisões de vida e de morte sujeitas a princípio legais, humanitários e morais.

Yuval Noah Harari, em seu livro *Homo Deus: A Brief History of Tomorrow* e em diversas entrevistas que concedeu e que podem ser vistas no YouTube considera a inteligência artificial uma arma de destruição social em massa e que o emprego descontrolado dessa tecnologia poderá destruir a humanidade. Este é um tema que merece estudo dentro do grande escopo de prospectiva de tecnologias futuras de defesa.

FX Holden é um outro autor de ficção militar. Seus livros exploram com mais intensidade a guerra aérea e a personagem principal da série *Future of War* é uma oficial australiana dublê de piloto e *geek*, piloto de caça incrivelmente habilidosa que domina a tecnologia da informação como ninguém. Drones autônomos de IA estreita, aeronaves de quinta e sexta gerações em operações de combate assistidas por esquadrilhas de aeronaves drone tripuladas por AI, veículos não tripulados dotados de AI estreita no ambiente marítimo, novas táticas de embate aéreo com os meios “então” disponíveis, etc. Uma nota especial vai para a Coreia do Sul, no livro *DMZ*, que usa a aeronave de quinta geração, O KF-21 Boramae<sup>41</sup>, que, atualmente, está em desenvolvimento pela Coreia do Sul, no combate às forças invasoras da República Democrática da Coreia do Norte. No volume *Bering Strait*, que descreve um embate entre a Rússia e os Estados Unidos no ano de 2032, um despistador composto de um enxame de pequenos drones controlados por AI que se reagrupam para assumir configurações capazes de oferecer alvos mais atrativos aos radares de mísseis é lançado de um caça russo Sukhoi-57. A Tabela xx do Anexo 1 relaciona todos os livros da série.

A relação a seguir – obtida em uma pesquisa não sistemática calcada na experiência do autor em décadas de leitura de livros e artigos sobre o tema e contando com os recursos de pesquisa dos sítios da livraria Amazon Books (amazon.com) e da livraria Barnes & Noble (barnesandnoble.com) – é uma lista não exaustiva de escritores atuais de ficção militar que desenvolvem suas tramas se aproveitando de tecnologias de defesa atuais e futuras, dentro de cenários geopolíticos que podem evoluir a partir de condições atuais de problemas latentes: August Cole, Charles D. Taylor, Dale Brown, David Bruns, J. R. Olson, David Poyer, FX Holden, James Rosone, Miranda Watson, Alex Aaronson, John O’Brien, Mark Greaney, Paul Scharre, Richard W. Singer,

---

<sup>41</sup> Disponível em: <https://www.japantimes.co.jp/news/2022/09/28/asia-pacific/south-korea-defense-industry-thriving/>. Acessado em: 20 dez 2022.

Stephen Coonts, T. K. Blackwood, Brad Thor, Harold Coyle, Henry Barrett Tillman, entre outros.

Essas informações podem e devem ser cotejadas com outras fontes, eventualmente, estruturadas para validar as premissas empregadas nas obras. A leitura de obras mais antigas, também, é útil para se sentir a evolução das tecnologias e verificar se as previsões, ou prospectivas, do passado se confirmaram. Muitas dessas previsões, que na ocasião eram consideradas audaciosas, não só se confirmaram como foram superadas, como por exemplo as capacidades associadas a um sistema de comando e controle naval descritas em *The Passage*, de David Poyer, foram largamente superadas pelo sistema Aegis, o sistema de comando e controle/combate da marinha dos EUA.

#### **4.8 Literatura sobre tecnologia de defesa não ficção**

Alguns livros sobre tecnologias futuras de defesa, que analisam pormenores e potenciais de algumas tecnologias, foram publicados por pesquisadores ou por militares logo após a sua passagem para a reserva. *Future War: preparing for the new global battlefield* foi escrito pelo general americano Robert L. Latiff, em 2017. O livro explora o rápido progresso das tecnologias militares e suas implicações para o futuro. Mostra como as batalhas do futuro acontecerão no espaço cibernético; com soldados geneticamente modificados, usando sistemas autônomos capazes de processar uma grande quantidade de informação de forma quase que instantânea e revidar a ações quase que sem latência. Aspectos morais sobre a adoção de muitas dessas tecnologias são abordados. Sua mensagem final pede atenção para os desafios colocados pelas tecnologias de combate do futuro que devem ser utilizadas com uma mistura de precaução, inovação e comprometimento com a proteção dos direitos e da dignidade humana.

*Swarm Troopers: How small drones will conquer the world* foi publicado por David Hambling, um jornalista e autor especializado em tecnologia, em 2015. O livro conta a história dos drones e passa por alguns episódios recentes do emprego militar desses dispositivos como, por exemplo, os ataques executados nas bases aéreas russas, na Síria; o emprego pelo ISIS de pequenos drones comerciais carregando pequenas quantidades de alto explosivo no Iraque e na Síria, o uso de drones na guerra do Afeganistão e o desenvolvimento dos grandes drone como o Predator. O autor, também, desenvolve cenários de embates futuros de centenas de pequenos drones comerciais derrubando aviões que custam dezenas de milhões de dólares, como um único operador pode, sozinho, controlar centenas de drones ou o potencial que pequenos drones teriam de anular, ou diminuir, a importância dos grandes drone de vigilância e ataque atualmente em

serviço. Uma das mensagens que o autor passa é o grande potencial dos drones comerciais na guerra assimétrica. Chega a afirmar que drones comerciais seriam as armas das armas e que não haveria, até o momento da publicação do livro, nenhum meio de derrotar enxames de pequenos drones programados para uma ação coordenada. Muito possivelmente, uma suposição que não se mostrará verdadeira no futuro.

Paul Scharre publicou o livro *Army of None: autonomous weapons and the future of war*, em 2018. O autor um ranger da reserva do exército americano que serviu no Iraque e no Afeganistão Atualmente ele é o vice-presidente e diretor de estudos do centro para uma nova segurança americana. Em seu livro ele prevê que as próximas guerras serão travadas com armas autônomas. Relata que, aproximadamente, 30 países já possuem armas capazes de localizar, identificar e destruir alvos autonomamente. Um breve histórico do desenvolvimento dos drones é apresentado e as preocupações com a ética e o potencial negativo que essas armas podem trazer para a humanidade é considerado. Seu livro mais recente, *Four Battlegrounds: power in the age of artificial intelligence* apresenta a teoria de que são quatro os elementos que definirão como a luta pelo poder no futuro: capacidade de processamento de dados por computação, posse de grande quantidade de dados pertinentes, talento e instituições fortes capazes de prover recursos humanos e físicos para as necessidades de manutenção do poder. O emprego de IA para a criação de estratégias através da realização de milhões de simulações de jogos de guerra, para desenvolvimento de táticas como nenhum ser humano seria capaz de idealizar, é capaz de gerenciar de dados biométricos de bilhões de pessoas e controlar informações com algoritmos especialmente desenvolvidos. É apresentada uma análise de como a Inteligência Artificial tem o potencial de transformar a segurança global e a guerra do futuro. Também, tece considerações sobre o futuro da humanidade no que diz respeito à liberdade e aos direitos do Homem.

A revista *The Economist* da semana de 8 a 14 de julho de 2023 foi publicada com uma reportagem especial sobre o futuro da guerra que, também, é o título de capa da edição. O editorial é muito bem escrito e apresenta o resumo de como o corpo editorial da revista vê a guerra do futuro com o emprego da alta tecnologia e a transformação do campo de batalha que acolhe, não só, os soldados na linha de frente como a participação ativa da população e de empresas de tecnologia que sofrem ações retaliatórias. Menciona o exemplo de uma camponesa ucraniana idosa que através de um *app* de um *smartphone* consegue contribuir para dirigir o fogo de artilharia, de empresas que desenvolvem novos dispositivos para a guerra que são alvo de bombas russas e de telefones de generais russos que são interceptados por unidades de inteligência ucranianas. Um cenário de guerra completamente novo que, ainda, não foi escrito nos livros de



história, mas certamente terá seu registro. Resume, também, o cenário altamente tecnológico e inovador do conflito que convive com o cenário clássico da guerra de trincheiras da Grande Guerra, grande número de baixas e perda de material. Estima que as forças ucranianas perdem, aproximadamente, 10.000 drones por mês, ao mesmo tempo que correm desesperadamente atrás de munições convencionais que são empregadas em escala ciclópica. São consideradas hipóteses sobre possíveis conflitos entre a China e os Estados Unidos, entre a Rússia e países da Europa e entre a Índia e a China por causa de suas disputas fronteiriças na cordilheira do Himalaia.

A partir da página 43 da edição em tela começa o encarte sobre a guerra na Ucrânia com o título de lições do campo de batalha (*battlefield lessons*). Materiais perdidos por ambas as partes, como helicópteros, aviões, carros de combate e transportes de tropas são inventariados; as táticas de emprego de drones e as contramedidas eletrônicas usadas para bloquear o espectro eletromagnético e inviabilizar o seu uso de drones ou derrubá-los, em pleno voo, são mencionadas; o uso de contra-contra medidas eletrônicas para neutralizar os bloqueios eletrônicos são comentadas; o severos problemas logísticos são comentados, a dificuldade de produzir munições e armas na quantidade necessária é realçada, o papel das comunicações e dos recursos de tecnologia da informação não são esquecidos; as inovações na guerra naval trazida pelos ucranianos são comentadas, enfim um conjunto grande de informações sobre a guerra atual está sendo conduzida. O texto propõe que a guerra moderna se apoia em três pilares: sensores cada vez mais potentes para identificar os alvos inimigos; munições com precisão crescente para acertar eficientemente esses alvos e redes de comunicações capazes de conectar essas armas e os sensores de forma rápida e segura. O artigo trás não só muita informação sobre o que acontece em um campo de batalha do tamanho de um grande país como reproduz considerações de analistas políticos e especialistas em sistemas de defesa.

Em 19 de maio o Financial Times publicou uma peça de *storytelling* visual com o título “Os campos de batalha que poderiam decidir uma guerra entre a China e os Estados Unidos sobre Taiwan (*The battlegrounds that could decide a US-China war over Taiwan*<sup>42</sup>). A publicação faz uma análise geopolítica daquela região sobre a importância estratégica que a posse daquele território contestado tem tanto para a República Popular da China, como para os Estados Unidos da América. A reportagem registra que, apenas, alguns analistas acreditam que uma conflito pela disputa da ilha de Formosa seja iminente. Não obstante, ambas as partes estão se

---

<sup>42</sup> Disponível em <https://ig.ft.com/taiwan-battlegrounds/?desktop=true&segmentId=7c8f09b9-9b61-4fbb-9430-9208a9e233c8#myft.notification:daily-email:content> Acessado em 19 mai 2024.

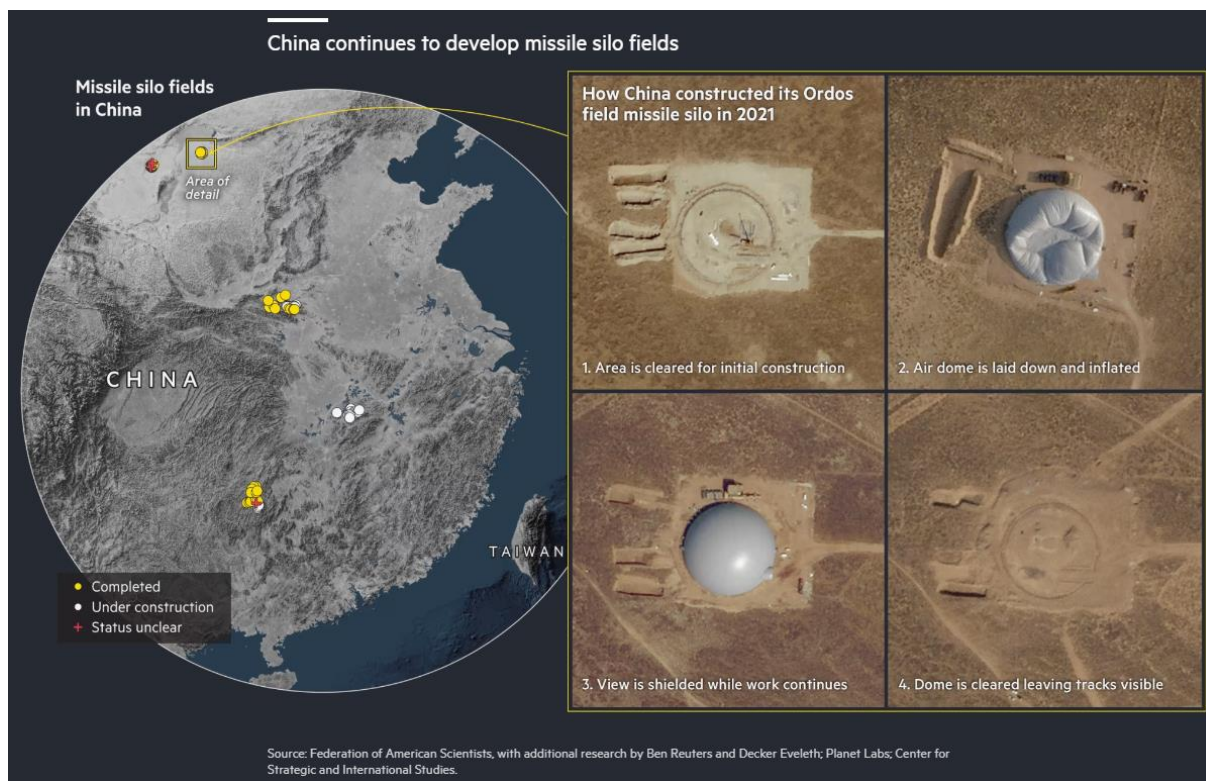
preparando para esse eventual embate. O Financial Times (FT) identificou 5 recursos que poderiam definir o resultado dessa possível guerra. O primeiro é a tecnologia de mísseis balísticos de curto, médio e longo alcance. Esse requisito foi, inclusive, demonstrado por um jogo de guerra sobre Taiwan jogado no Massachusetts Institute of Technology (MIT). O esforço de desenvolvimento desses recursos, disponíveis nos arsenais americanos há décadas, pelos chineses é enaltecido no artigo com uma menção sobre a engenhosidade da localização de suas bases de lançamento. Considerações sobre bases que os americanos podem usar e sobre aquelas disponíveis no Japão, nas Filipinas e em Taiwan são feitas. Um balanço sobre a efetividade dos diversos tipos de mísseis, sobre o volume de armas disponíveis, sobre o posicionamento das bases, sobre o emprego de armas hipersônicas e sobre como o teatro de operações favorece cada uma das partes, também, é apresentado. Taiwan foi capaz de desenvolver sua tecnologia de mísseis balísticos com alcance de até 2.000 km e estabeleceu uma meta ambiciosa de produzir 1.000 desses mísseis até o final de 2024.

O segundo recurso importante dominar os principais estreitos que dão acesso ao oceano pacífico para navios oriundos dos mares da China além ter disponível um grande número de pequenas ilhas que podem ser usadas como bases aéreas e alojar baterias de mísseis balísticos, de defesa antiaérea e antinavio. O terceiro recurso necessário são as armas furtivas – navios, submarinos e aeronaves – capazes de penetrar as linhas de defesa inimigas e levar a destruição de alvos estratégicos na retaguarda. O quarto requisito fundamental seria o domínio do espaço já que os analistas têm por inevitável a necessidade de neutralizar as capacidades de reconhecimento e comunicações do inimigo para assegurar a superioridade no terreno. Por último vem a tecnologia de drones capazes de operar em rede sobre uma vasta área de operações garantindo as comunicações, comando, controle e operações no teatro de operações. O emprego de armas nucleares é, também, considerado mas é visto mais como uma ameaça a ser temida e que poderá estabelecer precedentes tenebrosos para o futuro. Todavia, o FT aborda a forma pela qual a China vem estabelecendo suas bases terrestres de lançamento de mísseis. A Figura 28 reproduzida do artigo mostra como a tecnologia disponível para o público é capaz de criar informação de qualidade e precisão e que com criatividade e espírito inovador pode ser usada por potências periféricas para coleta de informações.

O *storytelling* visual do FT exemplifica o quão complexa a guerra do futuro que, eventualmente, poderá ser travada no presente uma vez que todas essas tecnologias já são realidade. Esse conjunto de informações pode fazer parte de um banco de dados que possa armazenar um conjunto ordenado e organizado de informações capazes de alimentar jogos de guerra, simulações de

capacidades, subsidiar decisões sobre desenvolvimento de novas tecnologias ou aquelas destinadas a cobrir defasagens de tecnologia.

Figura 28 – Implantação de bases de mísseis na China



Fonte: FT *storytelling* visual<sup>32</sup> – 19 mai 24

Um outro conceito interessante é apresentado pelo Tenente-Coronel da reserva do USMC Steve Waugh em seu artigo *Build a Corvette with a Hornet Sting* (construir uma Corveta com um Ferrão de uma Vespa, em tradução livre) publicado na revista *Proceedings* do *United States Naval Institute* de novembro de 2018. Na realidade, a ideia do autor é que uma corveta seja armada com sistemas derivados daqueles instalados no caça F/A-18 Super Hornet<sup>43</sup>. Ele advoga que se tal sistema, capaz de controlar 11 estações de armas, é ser instalado e efetivamente operado em uma aeronave de 60 pés (18,3 metros) de comprimento ele poderia ser, facilmente, instalado em uma corveta. Propõe a adição de alguns outros sistemas empregados em navios de superfície da USN, o que tornaria essa concepção muito e cara, ainda que compacta. Contudo é uma ideia que pode contribuir para desenvolver um conceito de guerrilha naval, aproveitando de reentrâncias da costa para se ocultar, tomando partido de deslocamentos rápidos para fazer incursões contra alvos na vizinhança e com emprego de mísseis antinavio em quantidades substanciais. Navios menores, do porte de um navio de patrulha oceânica com deslocamento entre

<sup>43</sup> Na língua inglesa, o inseto vespa pode ser traduzido por *hornet* ou *wasp*.

1.000 e 1.400 toneladas, com seção reta radar reduzida, de silhueta baixa, projetados com controle de emissão infravermelho, dotados de sistemas passivos de detecção e interligados em rede com sistemas externos podem ser capazes de oferecer um poder deterrente contra forças mais fortes.

Como já mencionado neste relatório, a perspectiva de tecnologia deve ser considerada uma atividade de estado que tem como um de seus objetivos auxiliar no processo de tomada de decisão para o desenvolvimento de tecnologias marítimas e de defesa que possam cobrir defasagens tecnológicas. De um modo geral esses projetos demandam muitos recursos e levam um longo tempo para concluir como, por exemplo, o desenvolvimento do avião de caça indiano Tejas<sup>44</sup> ou o desenvolvimento do Submarino Nuclear Brasileiro. A conclusão com sucesso desses projetos demanda a aderência firme a uma estratégia pré-estabelecida, provisão contínua de recursos físicos e financeiros e um compromisso inquebrantável com o tempo de desenvolvimento. Simulações com dados coletados e inferências tecnológicas contribuem nesse processo. Um exemplo de sucesso é o desenvolvimento do Boramae<sup>34</sup> que está sendo desenvolvido pela Korea Aerospace Industries (KAI). Em 01-06-2024 o Financial Times publicou uma reportagem<sup>45</sup> sobre o projeto da companhia Hanwha Aerospace para desenvolver uma turbina para equipar o Boramae em substituição à atual turbina F414 fabricada pela General Electric e que equipa, também, os caças americanos F/A-18E/F e o Gripen NG JAS 39E/F e que, também, deverá ser a turbina de propulsão do Tejas Mk2 indiano. Este projeto tem a previsão de durar 10 anos ao custo de 3,7 bilhões de dólares americanos. O artigo, também, registra o objetivo da companhia de desenvolver uma turbina para o Boramae que seja melhor que aquela que ele vai usar, no começo: com um empuxo muito maior e menor consumo de combustível. Um princípio importante a ser seguido por projetos de cobertura de defasagem tecnológica. A meta tem de ser cobrir a defasagem tecnológica de modo a se equiparar à tecnologia de ponta quando o projeto terminar e não ao nível tecnológico de agora. A Hanwha pretende absorver alguma tecnologia dos melhores fabricantes de turbinas para aviões de caça como a General Electric, Pratt & Whitney e Rolls-Royce para quem ela já é uma fornecedora de peças e a partir desses avanços desenvolver novas tecnologias para desenvolver tecnologia de ponta para a nova turbina que a torne competitiva em um mercado daqui a 10 anos, ou mais. A Figura 29 mostra o

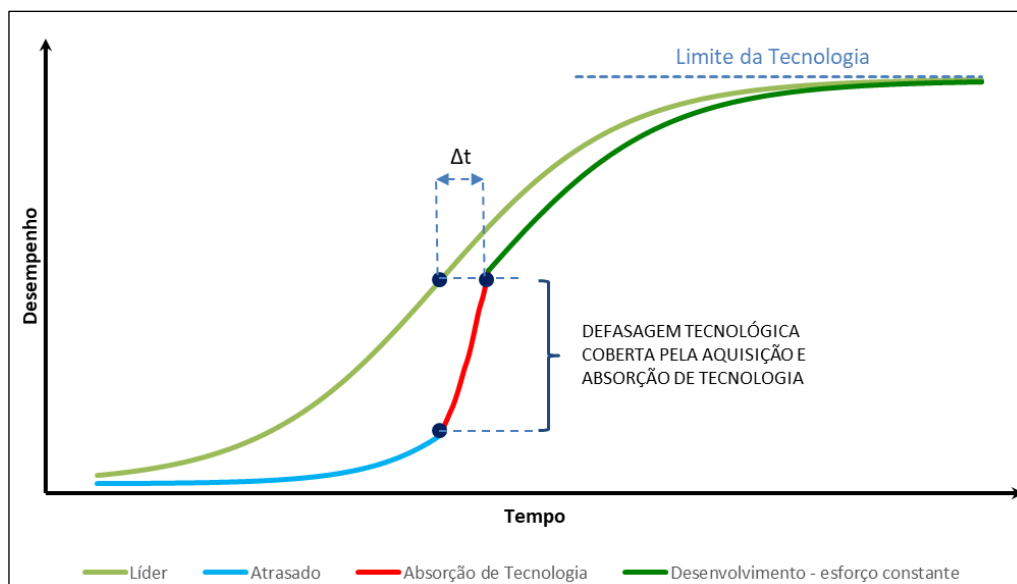
---

<sup>44</sup> Tejas / Light Combat Aircraft (LCA) Disponível em: <https://fighter-planes.com/info/lca.htm> Acessado em 02 jun 2024.

<sup>45</sup> South Korea seeks to join top arms dealers with new fighter jet engine. Disponível em: <https://www.ft.com/content/1e634fd4-d0d3-4b4e-9078-2e197326a896?desktop=true&segmentId=7c8f09b9-9b61-4fbb-9430-9208a9e233c8#myft:notification:daily-email:content> Acessado em: 01 jun 2024.

comportamento do desempenho de uma tecnologia a ser desenvolvida para cobrir competitivamente no mercado futuro.

Figura 29 – Recuperação de defasagem tecnológica por absorção de tecnologia



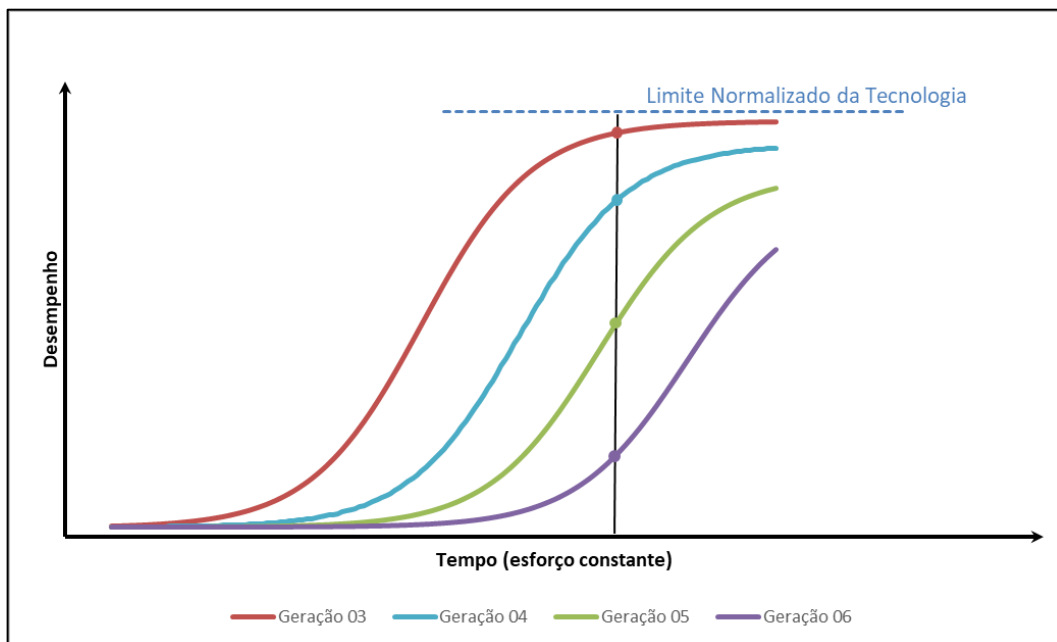
Fonte: Adaptação de Schilling, 2020.

Informações genéricas encontradas em literatura aberta, seja ela uma obra de ficção ou um compêndio técnico podem ser úteis para orientar investigações científicas que contribuam para o planejamento de projetos de estreitamento de defasagens tecnológicas. Importante notar que diferentes tecnologias podem conviver por um determinado tempo, com diferentes níveis de desempenho e capacidades, até que o uso ótimo de tecnologias mais antigas se esgote e deixe de representar, eventualmente, uma tecnologia competitiva.

A Figura 30 (adaptação de SCHILLING, 2020) mostra as curvas de desempenho de 4 gerações de tecnologias, normalizadas para o limite teórico de cada tecnologia, convivendo ao longo de um determinado período. O caso da aviação militar pode ser usado para explicar como tecnologias diferentes podem conviver por um longo período de tempo. Aeronaves de terceira geração (3G) – como o F-5 Tiger, o A4 Skyhawk, o MIG-21 e o MIG 23 – convivem com aeronaves de quarta geração (4G) – como o F-16 Falcon, o MIG 29, o F/A-18 Hornet, o Eurofighter e o Sukhoi-27. Ainda, as aeronaves 4G irão conviver com as aeronaves de quinta geração (5G) como o Lightning II F-35, o Raptor F-22, o Sukhoi SU-57 e o Shengdu J-20 por, pelo menos mais uma década. Aeronaves de sexta geração (6G) já estão em fase de concepção e projeto. Têm a previsão de iniciar os ensaios de voo entre 2025 e 2035 e a expectativa de começarem a

ser incorporadas a forças aéreas entre 2035 e 2045. Exemplos de aeronaves 6G em desenvolvimento são o Tempest, o Mikoyan PAK MIG-41, o NEGAD FX e o Mitsubishi F-X. (Taborda, Corrêa; 2024)

Figura 30 – Gerações de tecnologia que convivem em um determinado momento.



Fonte: Adaptação de Schilling, 2020.

Exercícios de prospectiva de tecnologias futuras de defesa podem contribuir no processo decisório de como e em que investir para otimizar recursos e alcançar os melhores resultados. Um exemplo de tomada de decisão sobre investimentos foi a opção do Reino Unido de não investir no desenvolvimento de uma aeronave de combate de quinta geração. O avião de combate de quinta geração das forças de defesa do Reino Unido será o Lockheed Lightning II, F-35. Neste meio tempo, a BAE Systems junto com a Leonardo italiana, a MBDA-UK e a Rolls-Royce britânica estão desenvolvendo aquele que será o avião de caça de sexta geração do Reino Unido. Esta decisão foi tomada em 2018, o que deu início ao Projeto Tempest. O protótipo demonstrador de tecnologia deverá voar pela primeira vez em 2027 e as aeronaves deverão começar a ser incorporadas aos serviços aéreos em 2035. Nesse interim, dispositivos e tecnologias a serem desenvolvidas para o Tempest serão incorporadas ao Typhoon, uma aeronave de quarta geração, para permitir que eles tenham uma sobrevivência operacional relevante em termos de atualidade tecnológica e, também, servirem de plataforma validadora das tecnologias emergentes que farão parte do Tempest. O desenvolvimento de sistemas de armas modernos é longo e precisa do apoio da prospectiva de tecnologias futuras para assegurar um planejamento viável e sólido.

#### 4.9 Informações sobre tecnologias militares emergentes em fontes abertas

O Congresso dos Estados Unidos publica relatórios sobre tecnologias emergentes de defesa para subsidiar os congressistas americanos que têm um papel importante no planejamento das capacidades de defesa dos Estados Unidos e na aprovação do orçamento de defesa. Um desses relatórios é o *Emerging Military Technologies: Background and Issues for Congress*” (Tecnologias Militares Emergentes: Antecedentes e Questões para o Congresso, em tradução livre). De julho de 2020, quando foi emitido pela primeira vez, até novembro de 2022 ele sofreu 12 atualizações. A versão mais recente desse relatório, datada de 01/11/2023, prove uma visão geral do estágio de desenvolvimento seis tecnologias emergentes nos Estados Unidos, na China e na Rússia: inteligência artificial, armas autônomas letais, armas hipersônicas, armas de energia dirigida, biotecnologia e tecnologia quântica.

A Estratégia de Ciência e Tecnologia para a Defesa Nacional 2023 (*National Defense Science & Technology Strategy 2023*) do Departamento de Defesa dos EUA identifica 13 áreas de tecnologias críticas: biotecnologia, ciência quântica, G Futuro (novas tecnologias de telecomunicações), materiais avançados, redes de sistemas de sistemas integradas, inteligência artificial e autonomia confiáveis, tecnologia espacial, geração e armazenamento de energias renováveis, microeletrônica, software e computação avançadas, interfaces homem-máquina, energia dirigida, hipersônicos e sensoriamento e cibernética integradas.

O Ministério da Defesa do Reino Unido, em sua *Defence Technology Framework*, definiu 25 programas e 4 projetos como prioridades para a defesa nacional. Os programas são: materiais avançados, inteligência artificial, sistemas aéreos, autonomia, defesa química biológica e radiológica, comunicações e redes, crime e policiamento, segurança cibernética, ciências de defesa e tecnologias futuras, sistemas submarinos e deterrência, atividades eletromagnética, armas de energia cinética, sensores e sensoriamento futuros, força de trabalho e treinamento, suporte a decisão de alto nível, proteção e desempenho humano, hipersônicos, influência e comando, sistemas terrestres, sistemas marítimos, defesa antimíssil, sistemas de segurança, sistemas espaciais, sistemas especialistas, suporte e sustentação. Os quatro projetos são: bioengenharia; realidade aumentada; suporte a operações e crises; física do plasma e tecnologia de ponta em laser. Em que pese a maior granularidade dos projetos do Reino Unido há uma grande comunalidade de áreas consideradas críticas e essenciais para a defesa desses países.

Na França, a LPM 2019-2025 (*Loi de Programmation Militaire 2019-2025*, <https://www.defense.gouv.fr/loi-programmation-militaire-2019-2025/dossier-loi-programmation-militaire->

2019-2025), Lei de Programação Militar, em tradução livre, recomenda o investimento em tecnologia disruptiva e de superioridade operacional, principalmente, em robótica, inteligência artificial, computação quântica, criptografia, geração de energia, hipervelocidade, tecnologias furtivas e defesa cibernética.

A OCCAR (Organization Conjoint de Coopération en matière d'ARmement), Organização para Cooperação de Armamento conjunto em tradução livre, é uma organização europeia intergovernamental que gerencia o desenvolvimento colaborativo de sistemas de armas para seus 5 integrantes: França, Alemanha, Bélgica, Itália e Espanha. Outros países como a Turquia, Holanda, Luxemburgo, Finlândia, Suécia, Lituânia, Polônia e Austrália participam de alguns poucos projetos sem, contudo, serem membros plenos da organização. Uma análise dos programas sendo desenvolvidos pela OCCAR (<https://www.occar.int/our-work/programmes>) permite a identificação das principais tecnologias de defesa sendo desenvolvidas pela maioria dos países da Europa.

A Tabela 07 mostra as principais tecnologias de defesa futuras identificadas nas fontes acima mencionadas consideradas importantes pelos Estados Unidos da América, Pelo Reino Unido, pela França, pela OCCAR, pela Federação Russa e pela China. Como nem sempre esses países usam a mesma nomenclatura para essas tecnologias elas, na medida do possível, foram agrupadas por similaridade.



Tabela 07: Principais tecnologias emergentes

Tecnologias	EUA	Reino Unido	França	OCCAR	Rússia	China
Inteligência Artificial	x		x	x	x	x
Armas Autônomas Letais	x			x	x	x
Armas Hipersônicas	x		x	x	x	x
Armas de Energia Dirigida	x				x	x
Tecnologia/Computação Quântica	x		x		x	x
Biotecnologia/Bioengenharia	x	x				
Materiais Avançados	x	x				
Telecomunicações do Futuro	x			x		
Tecnologias Espaciais	x			x		
Tecnologias Furtivas			x			
Armas de Energia Cinética	x					
Segurança Cibernética	x		x	x		
Tecnologia de Redes	x					
Energia/Energias Renováveis	x		x			
Software e Computação	x					
Interface Homem-Máquina	x					
Realidade Aumentada	x	x				
Deteção de Alvos		x		x		
Armas Antimíssil	x	x		x		
Robótica			x			
Criptologia			x	x		

Fonte: Pesquisa do autor

O Serviço de Pesquisa do Congresso (CRS da sigla, em inglês) dos Estados Unidos publica relatórios<sup>46</sup> qualitativos para manter o legislativo informado sobre o progresso do desenvolvimento e aplicações de tecnologias militares emergentes nos EUA, Rússia e China. Esses relatórios são atualizados com frequência e são referências qualificadas para se formar uma boa visão inicial do estado da arte de tecnologias emergentes de defesa e suas implicações potenciais quando utilizadas nas guerras do futuro. Tratam de inteligência artificial, sistemas de armas autônomas letais, armas hipersônicas, armas de energia dirigida, biotecnologia e tecnologia quântica. A relação abaixo lista os principais relatórios sobre esses temas encontrados no repositório do CRS.

- Emerging Military Technologies: Background and Issues for Congress. Atualizado em: 22 fev 2024. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R46458>
- Defense Primer: Emerging Technologies. Atualizado: em 30 jan 2024. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11105>

<sup>46</sup> Congressional Research Service. Disponíveis em: <https://crsreports.congress.gov/>

- Defense Primer: U.S. Policy on Lethal Autonomous Weapon Systems. Atualizado em: 01 fev 2024. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11150>
- Defense Primer: Directed-Energy Weapons. Atualizado em: 07 mai 2024. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11882>
- Military Applications of Extended Reality. Atualizado em: 26 mai 2022. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF12010>
- Defense Primer: Hypersonic Boost-Glide Weapons. Atualizado em: 22 mar 2024. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11459>
- Science and Technology Issues for the 118th Congress. Atualizado em: 29 fev 2024. <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R47373>
- National Spectrum Policy: Interference Issues in the 5G Context. Atualizado em 14 fev 2022. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF12046>
- National Security Implications of Fifth Generation (5G) Mobile Technologies. Atualizado em: 14 mar 2023. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11251>
- Unmanned Aircraft Systems: Roles, Missions, and Future Concepts. Atualizado em 18 jul 2022. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R47188>
- Defense Primer: National Security Space Launch. Atualizado em 10 out 2023. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11531>
- Biometric Technologies and Global Security. Atualizado em 30 jan 2023. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11783>
- Department of Defense Directed Energy Weapons: Background and Issues for Congress. Atualizado em: 22 ago 2023. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R46925>
- Defense Primer: Ballistic Missile Defense. Atualizado em: 30jan 2024. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF10541>
- U.S.-China Competition in Emerging Technologies: LiDAR. Atualizado em 15 mai 2024. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF12473>
- Hypersonic Weapons: Background and Issues for Congress. Atualizado em: 09 fev 2024. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R45811>

- Artificial Intelligence and National Security. Atualizado em 10 nov 2022. Disponível em:  
<https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R45178>
- Climate Change and Adaptation: Department of Defense. Atualizado em 06 abr 2023. Disponível em:  
<https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF12161>
- International Discussions Concerning Lethal Autonomous Weapon Systems. Atualizado em: 14 fev 2023. Disponível em:  
<https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11294>
- Defense Primer: Quantum Technology. Atualizado em: 25 out 2023. Disponível em:  
<https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11836>
- The AI Executive Order and Its Potential Implications for DOD. Atualizado em: 12 dez 2023. Disponível em:  
<https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IN/IN12286>
- Department of Defense Counter-Unmanned Aircraft Systems. Atualizado em: 17 abr 2023. Disponível em:  
<https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11426>
- DOD Replicator Initiative: Background and Issues for Congress. Atualizado em 22 mar 2024. Disponível em:  
<https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF12611>
- Defense Primer: Electronic Warfare. Atualizado em: 14 nov 2022. Disponível em:  
<https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11118>
- Defense Primer: Military Use of the Electromagnetic Spectrum. Atualizado em: 14 nov 2022. Disponível em:  
<https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11155>
- Overview of Department of Defense Use of the Electromagnetic Spectrum. Atualizado em: 10 ago 2021. Disponível em:  
<https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R46564>
- Defense Primer: The United States Space Force. Atualizado em 15 mar 2023. Disponível em:  
<https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11495>
- Navy Shipboard Lasers: Background and Issues for Congress. Atualizado em: 14 fev 2024. Disponível em:  
<https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R44175>
- Hypersonic Missile Defense: Issues for Congress. Atualizado em: 21 ago 2023. Disponível em:  
<https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11623>
- Government Expenditures on Defense Research and Development by the United States and Other OECD Countries: Fact Sheet. Atualizado em: 28 jan 2020. Disponível em:  
<https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R45441>

- Defense Primer: Future Years Defense Program (FYDP). Atualizado em: 23 jan 2024. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF10831>
- Defense Primer: International Armaments Cooperation. Atualizado em: 09 jun 2023. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF12425>
- Defense Primer: Cyberspace Operations. Atualizado em: 14 dez 2023. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF10537>
- Federal Quantum Information Science: An Overview. Atualizado em: 02 jul 2018. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF10872>
- The Global Research and Development Landscape and Implications for the Department of Defense. Atualizado em: 28 jun 2021. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R45403>
- Defense Primer: Department of Defense Contractors. Atualizado em: 22 mai 2024. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF10600>.
- U.S. Army's Maneuver Short-Range Air Defense (M-SHORAD) System. Atualizado em: 20 may 2024. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF12397>
- U.S.-China Science and Technology Cooperation Agreement. Atualizado em: 16 mai 2024. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF12510>
- Defense Primer: The United States Space Force. Atualizado em: 13 mar 2024. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF12610>
- Great Power Competition: Implications for Defense—Issues for Congress. Atualizado em: 28 fev 2024. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R43838>
- The “Quad”: Cooperation Among the United States, Japan, India, and Australia. Atualizado em: 30 jan 2023. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11678>
- Research Security Policies: An Overview. Atualizado em: 08 fev 2024. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF12589>
- Defense Primer: U.S. Precision-Guided Munitions. Atualizado em: 15 nov 2022. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11353>
- Section 230 Immunity and Generative Artificial Intelligence. Atualizado em: 28 dez 2023. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/LSB/LSB11097>

- Defense Primer: United States Airpower. Atualizado em: 14 nov 2022. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF10546>
- Defense Primer: Operations in the Information Environment. Atualizado em: 14 dez 2023. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF10771>
- The U.S. Army's Long-Range Hypersonic Weapon (LRHW): Dark Eagle. Atualizado em: 13 mar 2023. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11991>
- U.S. Interest in Seabed Mining in Areas Beyond National Jurisdiction: Brief Background and Recent Developments. Atualizado em: 18 mar 2024. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF12608>
- Defense Primer: Army Multi-Domain Operations (MDO). Atualizado em: 02 jan 2024. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11409>
- Critical Mineral Resources: National Policy and Critical Minerals List. Atualizado em: 08 abr 2024. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R47982>
- The National Science Foundation: An Overview. Atualizado em: 09 abr 2021. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R46753>
- Defense's 30-Year Aircraft Plan Reveals New Details. Atualizado em: 09 out 2018. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF10999>
- Monitoring the Sovereign Skies. Atualizado em: 27 fev 2023. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IN/IN12118>
- Potential Military Roles for Supersonic Transports. Atualizado em: 13 jan 2022. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11778>
- The Army's Multi-Domain Task Force (MDTF). Atualizado em: 19 abr 2024. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11797>
- Navy DDG(X) Next-Generation Destroyer Program: Background and Issues for Congress. Atualizado em: 25 mar 2024. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11679>
- Use of Force in Cyberspace. Atualizado em: 14 dez 2023. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF11995>
- Generative Artificial Intelligence: Overview, Issues, and Questions for Congress. Atualizado em: 09 jun 2023. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF12426>

- Artificial Intelligence: Overview, Recent Advances, and Considerations for the 118th Congress. Atualizado em: 04 ago 2023. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R47644>
- Semiconductors and Artificial Intelligence. Atualizado em: 18 set 2023. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/IF/IF12497>

As duas relações abaixo apresentam listas não extensivas de sítios de alguns dos principais fornecedores de sistema de defesa – os 7 primeiros são os maiores fornecedores do Departamento de Defesa dos EUA (Neeman, 2024) -, e de sítios de blogs e revistas de defesa de onde se pode coletar informações sobre os sistemas oferecidos.

Sítios de fornecedores de sistemas de defesa:

- Lockheed Martin Corporation Disponível em: <https://www.lockheedmartin.com/>
- Raytheon Technologies Corporation Disponível em: <https://www.rtx.com/>
- General Dynamics Corporation. Disponível em: <https://www.gd.com/>
- The Boeing Company. Disponível em: <https://www.boeing.com/#innovation>
- Northrop Grumman Corporation. Disponível em: <https://www.northropgrumman.com/>
- Pfizer Inc. Disponível em: <https://www.pfizer.com/>
- SAAB. Disponível em: <https://www.saab.com/>
- THALES. Disponível em: <https://www.thalesgroup.com/en>
- Rheinmetall. Disponível em: <https://www.rheinmetall.com/en>
- BAE Systems. Disponível em: <https://www.baesystems.com/en/home>
- Dassault Aviation. Disponível em: <https://www.dassault-aviation.com/en/>
- Atlas Elektronik. Disponível em: <https://www.atlas-elektronik.com/index.html>

- Navantia. Disponível em:  
<https://www.navantia.es/es/>
- Israel Aerospace Industries. Disponível em:  
<https://www.iai.co.il/>
- MBDA. Disponível em:  
<https://www.mbda-systems.com/>
- Leonardo. Disponível em:  
<https://www.leonardo.com/en/home>
- Oshkosh Corporation.  
<https://www.oshkoshcorp.com/>
- L3Harris. Disponível em:  
<https://www.l3harris.com/>
- Airbus. Disponível em:  
<https://www.airbus.com/en>
- Huntington Ingalls Industries. Disponível em:  
<https://hii.com/>
- Honeywell. Disponível em:  
<https://www.honeywell.com/us/en>
- Mitsubishi Heavy Industries. Disponível em:  
<https://www.mhi.com>
- Toshiba. Disponível em:  
<https://www.global.toshiba/ww/top.html>
- Kawasaki. Disponível em:  
<https://global.kawasaki.com/en/>
- Ishikawajima-Harima Heavy Industries Corporation. Disponível em:  
<https://www.ihl.co.jp/en/>
- Korea Aerospace Industries. Disponível em:  
<https://m.koreaaero.com/EN/>
- Hyundai Heavy Industries. Disponível em:  
<https://english.hhi.co.kr/>
- Hanwha Systems. Disponível em:  
<https://www.hanwhasystems.com/en/index.do>
- Embraer. Disponível em:  
<https://embraer.com/>
- Avibras. Disponível em:  
<https://avibras.com.br/site/>
- SIATT. Disponível em:  
<https://www.siatt.com.br/siatt/>

- Military+Aerospace Electronics. Disponível em:  
<https://www.militaryaerospace.com/>

Sítios de blogs e revista sobre defesa:

- Naval News. Disponível em:  
<https://www.navalnews.com/>
- Armada International. Disponível em:  
<https://www.armadainternational.com/>
- Sea Power Magazine. Disponível em:  
<https://seapowermagazine.org/>
- Naval Forces. Disponível em:  
<https://www.spsnavalforces.com/>
- United States Naval Institute. Disponível em:  
<https://www.usni.org/>
- Proceedings Magazine. Disponível em:  
<https://www.usni.org/magazines/proceedings>
- United States Naval Institute News. Disponível em:  
<https://news.usni.org/>
- Navy Times. Disponível em:  
<https://www.navytimes.com/>
- Defense News. Disponível em:  
<https://www.defensenews.com/>
- Air & Space Magazine. Disponível em:  
<https://www.smithsonianmag.com/category/air-space-magazine/>
- Aerospace & Defense Technology. Disponível em:  
<https://www.sae.org/publications/magazines/aerospace-engineering-aerospace-defense-technology>
- Aviation Week. Disponível em:  
<https://aviationweek.com/>
- C4SRNET. Disponível em:  
<https://www.c4isrnet.com/>
- Center for Strategic & International Studies. Disponível em:  
<https://www.csis.org/>
- Breaking Defense. Disponível em:  
<https://breakingdefense.com/>
- Janes. Disponível em:  
<https://www.janes.com/defence-news/>
- Defense One. Disponível em:  
<https://www.defenseone.com/>



- National Defense Magazine. Disponível em: <https://www.nationaldefensemagazine.org/>
- Segurança e Defesa. Disponível em: <https://segurancaedefesa.com/>
- Defesa Aérea&Naval. Disponível em: <https://www.defesaaereanaval.com.br/>
- Stratfor. Disponível em: <https://worldview.stratfor.com/>
- Foreign Policy. Disponível em: <https://foreignpolicy.com/>
- The Diplomat. Disponível em: <https://thediplomat.com/>
- TNO Defense, Safety & Security. Disponível em: <https://www.tno.nl/en/about-tno/organisation/units/defence-safety-security/>
- International Institute for Strategic Studies. Disponível em: <https://www.iiss.org/>
- Instituto de Estudos Estratégicos – INEST-UFF. Disponível em: <http://inest.uff.br/>
- Quora. Disponível em: [www.quora.com](http://www.quora.com)
- Secret Projects – unbuilt projects, military and aerospace technology <https://www.secretprojects.co.uk/>

#### **4.10 Qualificação da maturidade da tecnologia**

Parte importante do processo de prospectiva de tecnologias futuras é identificar com precisão o estado da arte da tecnologia em questão (Kayser; Blind, 2016). As informações coletadas nas fontes acima mencionadas devem ser utilizadas para descrever acuradamente o nível tecnológico do momento. É a partir desse referencial que estudos prospectivos de viabilidade, cenários e, eventualmente, dimensionamento de recursos e prazos serão feitos. Esta atividade deve contar com a participação de especialistas. É importante, também, a participação de um moderador que trafegue com certa desenvoltura nessa tecnologia, mas que tenha a visão generalista e eclética dos exercícios de prospectiva para minimizar a eliminação de informações potencialmente importantes, ainda que não tenham sido cientificamente comprovadas. É importante que todas essas ocorrências sejam devidamente registradas.

## **5 Proposta de um processo de prospectiva de tecnologia a partir de fontes abertas**

Este capítulo tem o propósito de descrever uma proposta de um processo de prospectiva de tecnologias de defesa a partir de fontes não classificadas. Sua estrutura obedece às fases concebidas como a) o estabelecimento da definição do objetivo da prospectiva; b) do mapeamento do estado da arte da tecnologia e de suas possibilidades através da coleta estruturada de dados e c) da seleção das fontes de informação. O referencial teórico apresentado e os exemplos descritos nos capítulos anteriores formam a base que justifica esta proposta. A Figura XX mostra o processo proposto e identifica fontes de informação a serem utilizadas.

### **5.1 Contextualização e concepção do arcabouço da proposta**

Políticas nacionais de desenvolvimento de tecnologias de defesa são, em princípio, criadas nos mais elevados níveis hierárquicos da estrutura militar de defesa de um país. Podem vir do Ministério da Defesa ou dos Comandos das Forças Singulares, normalmente, através de seus Estados-maiores. Decisões sobre que tecnologias de defesa desenvolver podem ter objetivos distintos (Taborda; Corrêa, 2024): a) cobrir uma defasagem tecnológica considerada fundamental para a defesa do país; b) desenvolver uma nova tecnologia disruptiva com o objetivo de se posicionar entre os líderes desta tecnologia e, com esse conhecimento obter uma posição de vantagem para negociar a aquisição de outras tecnologias, conhecimentos e sistemas considerados necessários à segurança nacional; e c) obter sistemas que por restrições legais – locais ou derivadas de acordos internacionais – não estão disponíveis no mercado.

Um exemplo de um projeto de cobertura de defasagem tecnológica é o programa de aquisição pela Força Aérea Brasileira do Gripen NG, nas versões E – monoplacé – e F – biplacé. Ambos os modelos, com o desenrolar do programa, serão montados no Brasil e terão um razoável grau de nacionalização de componentes e subsistemas. Parte substancial do Gripen F está sendo projetada e desenvolvida pela Embraer que se qualificou através de um robusto programa de transferência de tecnologia provido pela Saab AB, da Suécia. O Gripen NG não é uma aeronave de 5ª geração, mas possui tecnologias avançadas que permitem a sua classificação como uma aeronave de quarta geração e meia – 4.5G. Esse programa, além de prover as aeronaves necessárias para recompor o Poder Aeroespacial do Brasil, está atualizando a base industrial de defesa com tecnologias que permitirão o desenvolvimento de atualizações tecnológicas e, eventualmente, não só a criação de novas tecnologias aplicáveis a gerações futuras de aeronaves militares como a pulverização dessas capacidades em aplicações comerciais civis.

Exemplo de desenvolvimento de tecnologia, não necessariamente disruptiva mas importante no jogo geopolítico, é o programa de exploração e domínio da produção eficiente de metais e terras raras desenvolvido pela República Popular da China. O país responde por cerca de 60% de toda a produção global de terras raras e é a origem de 70% dos concentrados processados exportados anualmente (Mancheri, 2012). Isto lhe permite fazer o preço de mercado. No segundo semestre de 2010 a China elevou em 70% os preços dos concentrados de terras raras criando uma bolha inflacionária em toda a cadeia produtiva que depende desses insumos. Ainda, em 22 de setembro de 2010, sem declarar embargo oficial, a China interrompeu todas as exportações de terras e minerais raros para o Japão em represália a uma ação da Guarda Costeira do Japão que arres-tou um pesqueiro chinês em águas territoriais japonesas nas ilhas Senkaku – cuja soberania é reclamada pela China – que investira contra um navio de patrulha ao ser interceptado (Pitron, 2020). Um exemplo de como a liderança tecnológica pode servir de moeda de troca ou de pressão para se atingir objetivos nacionais.

O projeto de desenvolvimento de um submarino de propulsão nuclear pela Marinha do Brasil é um exemplo de programa que visa a obtenção de um sistema de defesa a consolidação do Poder Naval do país que dificilmente poderia ser adquirido no mercado internacional uma vez que isto é vedado pelo ITAR, um conjunto de leis dos Estados Unidos que controla e veda as exportações de armas e dispositivos tecnológicos a determinados países, e pelo Tratado de Não-Proliferação de Armas Nucleares (TNP). O caso do aluguel de submarinos nuclear de ataque russos pela Índia é um caso especial governado por interesses geopolíticos regionais que não encontram paralelo no caso do Brasil. Além do mais, a Índia é uma potência nuclear não signatária do TNP. A transferência de tecnologia de construção de plantas nucleares embarcadas em submarino nuclear para a Austrália é, também, um movimento geopolítico orquestrado pelos Estados Unidos, Reino Unido e Austrália para fazer frente ao poderio naval da China no Pacífico Oriental. Esse acordo leva o nome de AUKUS - de **A**ustrália, **U**nited **K**ingdom e **U**nited **S**tates – e tem obrigado os Estados Unidos a criarem um conjunto de exceções à regulamentação legal federal do ITAR (Kerr, 2024).

Os 3 parágrafos acima mostram como o desenvolvimento, ou aquisição, de novas tecnologias, muitas vezes, está alinhado a um objetivo nacional importante, quase sempre, dentro de um contexto geopolítico. Isto explica a importância dessas iniciativas serem incentivadas e monitoradas pelos mais altos escalões responsáveis pela prontidão do Poder Naval, no caso da Marinha do Brasil, e da Defesa Nacional, no caso geral das forças singulares. A perspectiva de tecnologias futuras de defesa é uma peça importante no processo decisório na medida em que

coleta informações que podem ser usadas como base a) para a criação de cenários, b) para o desenvolvimento de jogos de guerra investigatórios, c) estudos técnicos mais aprofundados para avaliar a viabilidade técnica e os recursos necessários para desenvolver a tecnologia e suas aplicações.

No Exército Brasileiro (EB), a Agência de Gestão e Inovação Tecnológica (AGITEC) é a Organização Militar (OM) que mais realiza exercícios de prospectiva de tecnologias de defesa. Possui pessoal treinado para isto e dispõe de ferramentas de apoio adequadas à produção de qualidade. Produz estudos de prospectiva de tecnologia de defesa orientados para as necessidades do EB e elabora mapas tecnológicos para identificar, selecionar e desenvolver tecnologias alternativas para satisfazer necessidades futuras. Os atributos dos principais métodos prospectivos preconizados pela agência, na condução de seus trabalhos, se enquadram no atributo evidência, de acordo com a classificação proposta por Popper (2008). O atributo criatividade não é objeto de maiores considerações (Wagner, 2024).

A Marinha do Brasil e a Força Aérea Brasileira não possuem órgãos destinados especificamente para a realização de exercícios de prospectiva de tecnologias futuras de defesa. São conduzidos alguns exercícios limitados a necessidades pontuais, normalmente para suprir uma necessidade de momento ou, eventualmente, uma determinada tecnologia que se quer explorar.

No Brasil, cada força singular tem uma estrutura própria para tratar de Ciência, Tecnologia e Inovação: A MB tem sua Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha (DGDNTM), o EB criou o Departamento de Ciência e Tecnologia (DCT) e a Aeronáutica estabeleceu seu Departamento de Ciência e Tecnologia Aeroespacial (DCTA). Essas três organizações são subordinadas diretamente aos respectivos comandos de força e, também, são vinculadas ao Ministério da Defesa através do Departamento de Ciência e Tecnologia Industrial (DCTI) da Secretaria de Produtos de Defesa (SEPROD) do Ministério da Defesa. É sob este arcabouço estrutural que as atividades de Ciência e Tecnologia são gerenciadas no âmbito das Forças Armada do Brasil (Longo; Moreira; 2013) . A AGITEC, por sua vez, é diretamente subordinada ao DCT.

## **5.2 Definição do objeto de prospectiva**

Pensando em Política Nacional de Defesa, ou se restringindo à Política Naval, por exemplo, a definição do objeto de um exercício de prospectiva de tecnologias futuras de defesa deve estar associado a um objetivo dessa política. A prospectiva deve ser considerada um elemento auxiliar importante na definição tanto das estratégias a serem desenvolvidas, como na criação dos

portfolios e programas de projetos a serem desenvolvidos para se atingir os objetivos estabelecidos. Um trabalho de prospectiva bem executado pode gerar informação capaz de alimentar simulações e jogos de guerra, além de viabilizar a elaboração de cenários que fornecerão subsídios para uma tomada de decisão ótima. É um cuidado importante quando se trata de orçamentos limitados, prazos apertados e a velocidade com que a tecnologia progride.

### **5.3 Coleta estruturada e registro dos dados**

Como visto nos capítulos anteriores, é vasto, diverso e complexo o número de países, de organizações, de publicações etc. que podem ser considerados como fontes abertas sobre tecnologias militares emergentes e sobre tecnologias, ainda não, mas potencialmente, aplicáveis militarmente.

Esta parte do processo vai dispor a forma pela qual os dados serão coletados de forma organizada e categorizados utilizando recursos já existentes, fáceis de mobilizar e capazes de assegurar uma determinada produção. As fontes de dados estão genericamente detalhadas na Figura 31, mas poderão ser mais afinadas em função de algum determinado objetivo ou um projeto específico. A Figura 31, também, discrimina as fontes das informações agrupando-as em uma classificação derivada da proposta de Porter (2009), a saber:

#### **5.3.1 Fontes estruturadas**

Fontes estruturadas tendem a ter maior solidez científica como trabalhos científicos avaliados por pares e publicados em compêndios reconhecidos. Uma desvantagem de se confiar, apenas, em informações dessas publicações é o tempo que elas demoram para serem publicadas. O processo de validação por pares e a atividades administrativas editoriais, também, podem dar tempo para que determinadas informações sejam censuradas. Ainda, esse intervalo de tempo pode atrasar a disponibilidade da informação em meses. E isto pode ser medido quando se tem nesses trabalhos a informação de quando ele foi submetido e de quando ele foi publicado.

#### **5.3.2 Fontes semiestruturadas**

Fontes semiestruturadas são artigos tecnológicos que não obedecem, necessariamente, ao rigor dos artigos mencionados em 5.3.1; informações publicadas em sítios na Internet de fabricantes de sistemas ou de instituições de pesquisa que publicam as linhas de suas pesquisas e os sumários dos principais projetos em andamento até mesmo com o objetivo de captar novos clientes; folhetos de produtos distribuídos por fabricantes; informações coletadas em conversas com especialistas e representantes em feiras, simpósios e seminários, por exemplo.

### **5.3.3 Fontes não estruturadas**

Fontes não estruturadas são aquelas publicações encontradas em blogs e sítios da Internet que não sofreram qualquer processo de crítica e avaliação. A qualidade desse conteúdo é de valor controverso. Encontra-se informação de pouco valor mas, também, é fonte de dados e informação passada por especialistas que, muitas vezes, embuídos de um orgulho técnico de seus conhecimentos podem adiantar conhecimentos que só serão divulgados em publicações científicas tempos depois. Ter esse tipo de informação antecipada pode ser de grande valor para exercício de prospectivas de tecnologias futuras de defesa.

### **5.3.4 Obras de ficção científica e ficção militar**

A ficção científica é um dos métodos de prospectiva preconizados por Popper (2008) em que predomina a criatividade que ele classifica como uma das 4 capacidades para a aplicação dos métodos de prospectiva. Em 2.3 e 2.4 são apresentadas evidências de como as obras de ficção científica e de ficção militar, respectivamente, podem contribuir para a visão de futuro das tecnologias de defesa.

### **5.3.5 Da estrutura do processo**

Fontes estruturadas tendem a ter maior solidez científica que fontes semiestruturadas e estas, por sua vez, tendem a ter mais sustentação técnica que as não estruturadas. Obras de ficção militar e científica perdem em termos de qualidade de conteúdo tecnológico, mas, como vimos nos capítulos anteriores, são elementos importantes na antecipação de eventos e tecnologias que, ainda, não conseguem ser objeto de publicações científicas estruturadas e revisada por pares. Ainda, são as que trazem a criatividade – um dos atributos valorizados por Popper (2008) – para os exercícios de prospectiva que, no seu objetivo final, tem a busca de futuros possíveis.

Os dados coletados em um exercício de prospectiva de tecnologias futuras de defesa devem ter todos os seus atributos registrados para que se possa, no futuro, fazer uma análise de confiança de um determinado cenário imaginado, por exemplo. Atributos importantes são o nome da fonte, data da publicação e classificação quanto à estrutura. Trechos de textos considerados relevantes devem ser registrados, também, para que os analistas, ou usuários finais, da informação possam entender o contexto em que foram elaboradas. Fator relevante para informações originárias de obras de ficção.

O mercado oferece ferramentas de gestão do conhecimento com os mais diversos graus de sofisticação. Eventualmente, a células de prospectiva tecnológicas das FA já podem ter esse tipo

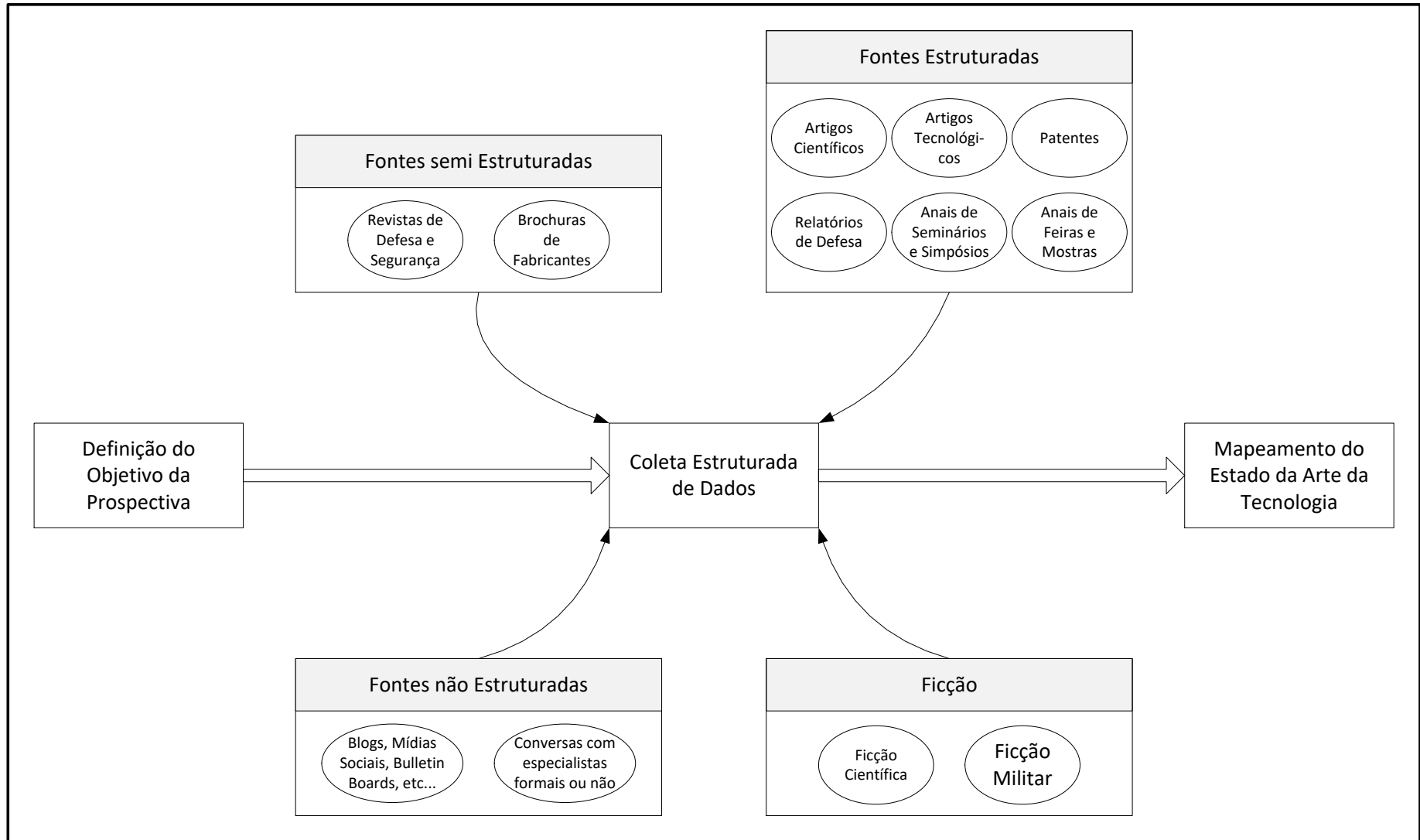
de recurso que poderá ser customizado para a prospectiva de tecnologia. Ainda, esta ferramenta poderá se tornar o repositório de dados oriundos de outros esforços, ou projetos, de prospectiva e se tornar um recurso consolidador da gestão do conhecimento com o propósito de subsidiar a formulação jogos de guerra, compilar cenários de futuro e contribuir para o processo decisório da seleção de projetos a serem desenvolvidos.

Os dados armazenados devem ser continuamente atualizados (Corrêa; Lauro; Taborda, 2022) de forma metódica e os novos registros datados sistematicamente para que, através da avaliação de cenários, se possa acompanhar a evolução das tecnologias e contexto geopolítico e, se necessário, promover ajustes nos planos em curso.

Recursos para essas pesquisas prospectivas poderão vir de uma rede de seletores de dados (Corrêa; Santos; Silva, 2021) e informações no ambiente cuja formação poderia incluir civis e militares que servem ou transitam nas FA e organizações ligadas a elas em: laboratórios, agências e centros de pesquisa; gerências dos projetos estratégicos; empresas públicas de defesa; Escolas de Altos Estudos Militares; Programas de pós-graduação CAPES; e adidos militares e oficiais atuando ou estudando no exterior. Para tal, sugere-se a criação de Seções de Sensoriamento Prospectivo formais nessas organizações militares, bem como de incentivos para a participação voluntária desses seletores.

Como forma de reduzir as desvantagens das limitações de viés cognitivo dos seletores, deve-se ter, preferencialmente, três seletores de origens (acadêmicas, geográficas, profissionais) bem distintas entre si (Corrêa; Santos; Silva, 2021).

Figura 31 – Proposta inicial de um processo de prospectiva de tecnologias de defesa a partir de fontes não classificadas



Fonte: Compilação do Autor



#### **5.4 Mapeamento do estado da arte**

A primeira atividade após a coleta e o armazenamento estruturado dos dados e informações é o mapeamento do estado da arte da tecnologia em questão (Kayser; Blind, 2016). Como mostrado em 4.10 partir de um conhecimento sólido do estado da arte atual tem-se condições de prosseguir com mais qualidade as atividades demandadas para uma boa tomada de decisão sobre que tecnologias adquirir ou desenvolver, estimar prazos para de atingir objetivos e orçar portfolios e programas de projetos.

#### **5.5 Produtos do processo**

O processo proposto gera dois produtos: o mapa do estado da arte da tecnologia em pauta e o conjunto de informações levantado durante os trabalhos de prospectiva da tecnologia.

## 6 Conclusão

A prospectiva de tecnologia em geral e, em especial, a prospectiva de tecnologia de defesa podem se beneficiar dos dados e informações encontradas nos mais diversos meios, atualmente, disponíveis. A profusão de mídias, tanto eletrônicas quanto físicas, são fontes de inteligência de tecnologias que não devem ser desprezadas no esforço de se conhecer o progresso tecnológico contemporâneo e mapear as possíveis evoluções futuras dessas tecnologias e das novas tecnologias, ainda, em fase embrionária de desenvolvimento. Esse conhecimento, no que diz respeito às tecnologias de defesa, pode contribuir para o desenvolvimento de cenários de defesa futuros, auxiliar na formulação de políticas de defesa, contribuir para o estabelecimento de objetivos estratégicos para o desenvolvimento de tecnologias de defesa, ajudar na concepção de estratégias para a obtenção de tecnologias de defesa e otimizar o processo de seleção de projetos de desenvolvimento de tecnologias de defesa. O processo interativo a partir de avaliação de vários cenários tende a melhorar a qualidade da decisão no processo de escolha da estratégia a seguir.

A mineração de textos de tecnologia através do emprego de programas capazes de analisar textos eletrônicos é um recurso importante para a prospectiva de tecnologias, em um espectro amplo de fontes digitais. É importante que os tipos de tecnologia de interesse sejam previamente identificados de modo a permitir uma correlação de dados e informações que atendam aos requisitos que derem origem a esse esforço prospectivo. Esse esforço tem o potencial de, eventualmente, identificar tecnologias de aplicação dual que podem não só justificar o seu desenvolvimento como, também, contribuir para ampliar as fontes de recursos a serem alocadas a esse desenvolvimento. Tecnologias desenvolvidas, já com uma destinação dual, podem ter o custo de desenvolvimento, por aplicação, menor que aquele quando se considera a aplicação apenas em uma única na área, militar ou civil.

A prospectiva de tecnologias de defesa em obras de ficção pode auxiliar na compilação de cenários de defesa futuros, contribuir para se entender o potencial dessas tecnologias na guerra do futuro e fornecer elementos importantes para a formulação de jogos de guerra em que essas tecnologias sejam empregadas. Os resultados desses esforços podem contribuir para a definição de composição de forças e, eventualmente, fornecer subsídios para a formulação de doutrina e tática de emprego.

No caso do embate com um oponente com poderio militar e tecnológico muito superior ao do outro a prospectiva de tecnologia, pode contribuir para a formulação de cenários de guerra

assimétrica onde essa diferença possa ser reduzida com o emprego criativo de tecnologias menos recentes ou com o desenvolvimento de novas tecnologias menos custosas que não tem o objetivo de igualar a tecnologia do adversário mais poderoso, mas negar ao inimigo o uso dessa tecnologia ou, até mesmo, tornar o seu uso tão caro que o faça desistir, ou limitar o seu emprego.

A história militar registra inúmeros casos de vitórias de inimigos mais fracos sobre os mais fortes como na guerra do Vietnam, a invasão de soviéticos e da OTAN no Afeganistão e as guerras de independência das colônias francesas, por exemplo. Em situações futuras, onde a tecnologia poderá ter um papel mais relevante do que nos acima mencionados, a prospectiva de tecnologia poderá fornecer subsídios para a formulação de estratégias e táticas eficientes contra um adversário poderoso.

A prospectiva de tecnologias de defesa, a partir da literatura aberta pode ser feita com recursos modestos, eventualmente, já disponíveis em uma estrutura militar, ou civil: a Internet está disponível para todos; organizações de ensino e pesquisa, militares e civis, possuem acesso a um sem-número de repositórios de artigos técnicos; incontáveis livros de ficção militar estão disponíveis tanto em formato físico como em formato digital; e informações sobre tecnologias de defesa e geral estão disponíveis em blogs, chats, sítios e outros tipos de mídias digitais. Organizações civis e militares possuem colaboradores que, com um mínimo de conhecimento técnico, podem ser organizados para ler obras de ficção militar e treinados para registrar ocorrências sobre uma tecnologia ou cenário pré-selecionado. O grande desafio que se coloca é a disponibilização de uma infraestrutura de TI capaz de abrigar as informações coletadas de uma forma organizada que não só permita fornecer subsídios para: exercícios de prospectiva de tecnologias futuras de defesa; elaboração de cenários marítimos e de defesa; apoio ao desenvolvimento de jogos de guerra; suporte para o planejamento do desenvolvimento de novas tecnologias ou superação de gargalos tecnológicos; e desenvolvimento de táticas e doutrinas de guerras assimétricas.

É uma atividade que, também, tem seu componente lúdico e que pode ser estimulada através de recompensas. Essas atividades, podem, também se tornar parte dos currículos das escolas de formação e de altos estudos da Marinha do Brasil e das demais forças singulares. A atribuição de um grau de confiabilidade de cada tipo de informação coletada, também, deve ser levada em conta no momento em que os dados serão registrados no repositório escolhido.

Um primeiro experimento de prospectiva de tecnologia pode ser tentado a partir da estrutura de processos proposta neste trabalho. O eventual sucesso desse exercício poderá estimular o

desenvolvimento de prospectivas mais complexas e a criação de estruturas de armazenamento e análise de dados elaboradas. Parece importante a criação de uma mentalidade de prospectiva de tecnologia de defesa nas organizações dedicadas ao estudo da defesa, no Brasil. Ferramentas desenvolvidas para a análise de pesquisas qualitativas podem ser utilizadas para a prospectiva de tecnologias de defesa de amplo espectro com uma massa de dados muito grande na busca de correlações.

O número de artigos técnicos que tratam da prospectiva (*foresight*) de tecnologia de defesa a partir de fontes abertas é muito reduzido. Não foram encontrados registros de estudos sobre a sua efetiva aplicação que demonstrem a sua eficácia, nem os resultados encontrados. Esse é um tema que merece ser mais bem estudado e testado, principalmente por organizações ou países que não tenham condições de “surfear” no desenvolvimento e uso de tecnologia de defesa de ponta. Essa condição, também, contribui para atribuir um certo caráter de ineditismo deste trabalho.

Um aspecto, também, a ser considerado no contexto deste relatório é o da inteligência. A coleta de informações sobre tecnologias de defesa é uma atividade de estado necessária para contribuir com o esforço de defesa do país. Cenários políticos e geopolíticos podem mudar muito rápido e é importante que cenários e simulações sejam continuamente analisados pelos estados maiores de defesa. O Brasil nunca empreendeu uma guerra de conquista, mas já teve de se defender contra agressores vizinhos e distantes e, em todas as ocasiões, estava despreparado para enfrentar o desafio. Como é uma potência periférica, sem um orçamento de defesa substancial, deveria se preparar para uma guerra assimétrica, guardadas todas as limitações existentes. O estímulo à cultura da inteligência e a incitação ao desenvolvimento de soluções criativas e originais podem contribuir decisivamente para o aprestamento das forças de defesa.

Por ser um trabalho de conclusão de doutorado profissional, cabem ser destacados seus aspectos quanto à inovação, à complexidade e à aplicabilidade notadamente na contribuição para aperfeiçoamento de políticas públicas do setor de defesa nacional. É inovador porque coleta dados não estruturados acessíveis a todos e se dispõe a processá-los de forma a gerar conhecimentos estruturados de grande valor para o planejamento de projetos de desenvolvimento, simulações de cenários e análises geopolíticas. É complexo pois envolve diversos atores e demanda a conscientização da necessidade de se fazer prospectivas de tecnologias de defesa e em geral. É aplicável na medida em que prevê o emprego de recursos já existentes na estrutura de defesa do Brasil.

O resultado da pesquisa bibliográfica que busca avaliar a relevância dos artigos sobre a prospectiva de tecnologias futuras de defesa mostra que este assunto não tem sido explorado pelos pesquisadores. Com um escopo reduzido as perspectivas de tecnologia de defesa, incluindo aqueles que tratam da prospecção de tecnologia, apenas 16 dos 22 artigos encontrados tratam desses dois temas. Também, parece importante registrar que os artigos mais recentes e que oferecem mais densidade teórica e prática são dos pesquisadores oriundos de potências médias, dotados de orçamentos de defesa modestos como Espanha, Coreia, Turquia, Irã, Brasil e Índia. Considerando o potencial da prospectiva de tecnologias de defesa parece pouco provável que as maiores potências não conduzam tais exercícios. Uma possível explicação para o reduzido número de artigos encontrado é o fato de tais exercícios serem considerados sigilosos e de não haver interesse em tornar seus resultados públicos nem sob a forma de conteúdo, nem sob a forma de processo.

Considerando o material produzido pela pesquisa o objetivo secundário de aquilatar a relevância do tema prospectiva de tecnologia de defesa a partir de fontes abertas na produção de trabalhos acadêmicos sobre a prospecção de tecnologia de defesa foi alcançado. As considerações feitas sobre o papel da literatura de ficção nos exercícios de prospectiva apoiados no respectivo referencial teórico, também, permitem concluir que o segundo objetivo secundário da pesquisa que é o de avaliar o papel que literatura de ficção pode desempenhar na prospectiva de tecnologias futuras de defesa, seus empregos possíveis e implicações que podem ter na formulação de táticas e doutrinas, também, foi alcançado.

Na realidade, os processos propostos neste relatório buscam informações de tecnologias já existentes ou que estejam em fase de concepção um pouco mais avançada, como por exemplo TRL 2 ou 3. Trata-se de informação preciosa para identificar gargalos e defasagens tecnológicas e que podem ser usadas para o planejamento do desenvolvimento de tecnologias autóctones possíveis dentro do contexto de cada país. A opção de usar esse conhecimento auferido pelos processos propostos parece se prestar mais para o desenvolvimento de tecnologias alternativas que viabilizem a defesa do poder marítimo e nacional através de ações de guerra híbrida.

Uma outra maneira de se interpretar este trabalho é vê-lo com uma proposta de se fazer prospectiva de tecnologia de defesa a partir de informações que estão “escondidas” a céu aberto.

## 6.1 Sugestões de pesquisa futura

O processo de prospectiva de tecnologias futuras de defesa apresentado neste relatório termina com a atividade de mapeamento do estado da arte da tecnologia selecionada. O outro produto do processo proposto são as informações coletadas das diferentes fontes abertas disponíveis por ocasião do exercício.

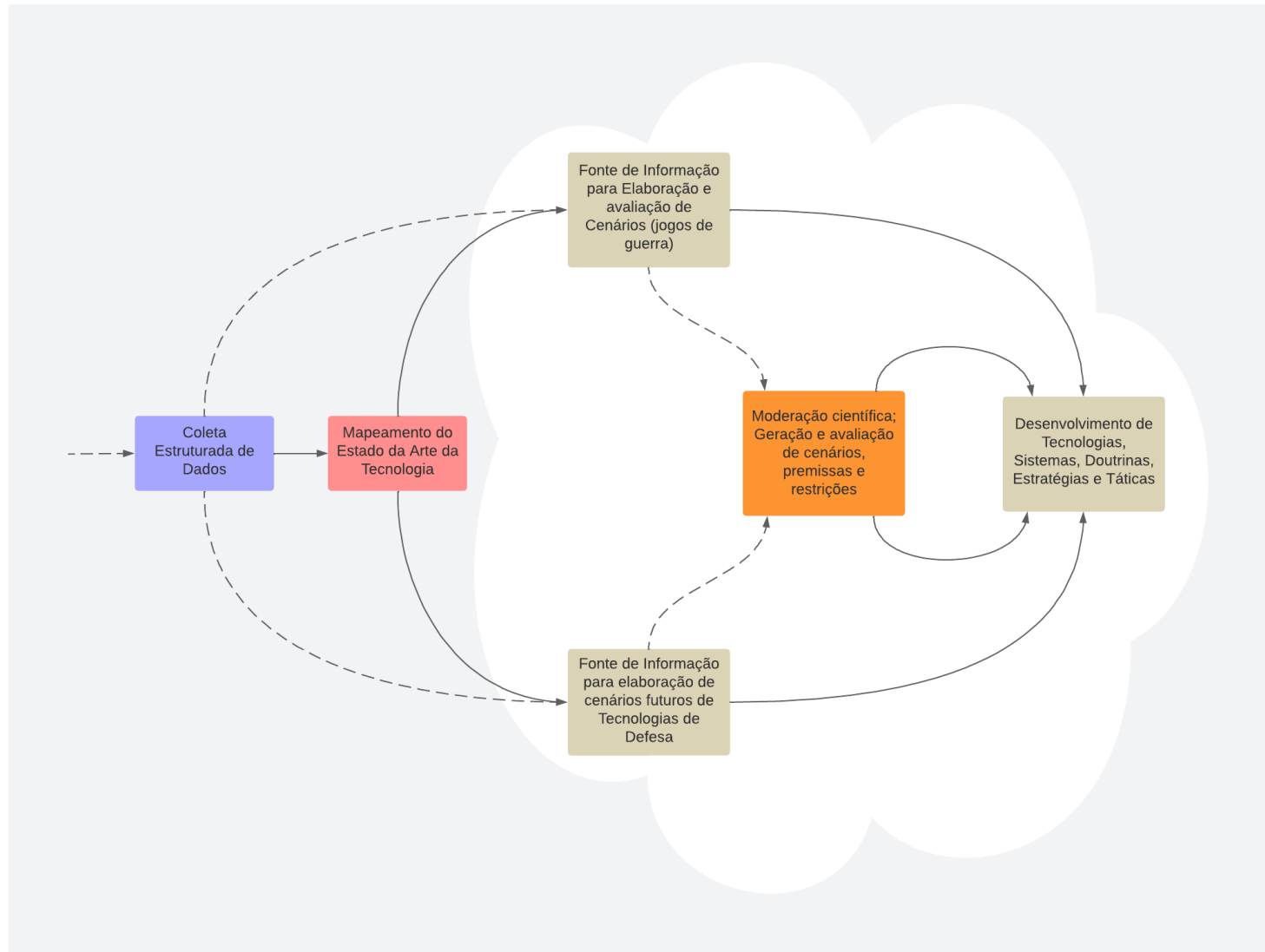
Um próximo passo na linha desta pesquisa poderia ser a elaboração de um modelo que utilizaria esses dados armazenados de uma forma estruturada para a elaboração de cenários futuros, a exemplo dos jogos de guerra. O desempenho de sistemas de armas baseados nas projeções dos potenciais das tecnologias consideradas e em alguns dos cenários previstos na literatura de ficção militar, por exemplo, poderiam ser estudados. Também, viabilizariam testes de cenários de guerra assimétrica onde sistemas de armas no estado da arte poderiam ser neutralizados com armas de tecnologia legada disponíveis nos arsenais de potências médias. Os resultados desses exercícios podem ser utilizados para testar e desenvolver doutrinas e táticas de emprego, além de contribuir para o processo decisório de que tecnologias desenvolver e para o planejamento do quanto produzir para atender aos objetivos almejados.

Ainda, considerando a tecnologia propriamente dita, as informações levantadas pela prospectiva podem ser usadas para se projetar futuros possíveis para a tecnologia pura, propriamente dita, incluindo prazos e custos de desenvolvimento em um esforço de se avaliar a viabilidade técnica, a disponibilidade econômico-financeira e a existência de recursos de equipes e equipamentos necessários para atingir objetivos no tempo disponível para se ter um resultado competitivo. As Figuras 29 e 30 mostram a importância de se atingir a maturidade das tecnologias par e passo com o mercado.

Figura 32 apresenta uma sugestão de alto nível de como esse modelo poderia ser concebido.

Este trabalho não propõe o emprego de ferramentas automatizadas para os exercícios de prospectiva propostos. Um dos argumentos é a necessidade de se capturar o contexto das aplicações das tecnologias futuras e sistemas de armas possíveis de se ter mais adiante, principalmente das fontes de ficção militar, para o desenvolvimento de cenários, jogos de guerra, táticas e doutrina. Contudo o progresso alcançado na área de Inteligência Artificial permite conceber, em um futuro não tão distante, a disponibilidade de ferramenta de IA configuradas para a coleta informatizadas desses dados de prospectiva. Um dos desafios será treinar a ferramenta para considerar o contexto do exercício de prospectiva considerando a realidade da organização que está demandando do respectivo exercício.

Figura 32 – Proposta de pesquisa futura



Fonte: Compilação do autor

## 7 Referências

ALBRIGHT, David H; STICKER, Andrea. *Revisiting South Africa's Nuclear Weapons Program*. Washington, DC: Institute for Science and International Security, 2016.

AMIRI, Hassan. *Proposing a Model of the Effective Technological Forecasting in Defence Sector for Implementing Strategic Planning*. A Research Quarterly In Military Management. Vol. 17, nr. 65. Pp. 29-53. 2017. (apenas resumo disponível em inglês – artigo traduzido pelo Google Translator)

APREDA, Ricardo; BONACORST, Andrea; DELL'ORLETTA, Felice; FANTONI, Gualtiero. *Functional Technology Foresight: A Novel Methodology to Identify Emerging Technologies*. European Journal of Futures Research, 22 nov 2016. Disponível em: <https://eujournaloffuturesresearch.springeropen.com/articles/10.1007/s40309-016-0093-1>

ARQUILLA, John. *Why the Axis Lost: an analysis of strategic errors*. McFarland & Company, Inc., Publishers. Jefferson, North Carolina, 2020.

ATHERTON, Kelsey D. *Marines solicit science fiction stories to imagine the future of conflict*. United States Naval Institute News. Disponível em: <https://news.usni.org/2017/10/17/marines-solicit-science-fiction-stories-imagine-future-conflicts>: Acessado em 15/10/2021

BILGE, Başak. *Imagery intelligence technology foresight and modeling of mobile applications in the defense industry*. Disponível em: <https://open.metu.edu.tr/handle/11511/27890> . Acesso em: 16/10/2022.

BURHAM, Mukaddes; ÇAKIR, Serhat. *Impact Assessment of Vision 2023 Defense Technology Foresight*. Foresight, Vol. 23, No. 3, pp 367-383, 24 May 2021

CAMPBELL, John L; et ali. *Coding In-depth Semistructured Interviews: Problems of Unitization and Intercorder Reliability and Agreement*. Sociological Methods & Research. Vol. 42, Issue 3, 2013.

CETRON, Marvin J. *Technological Forecasting: A Prescription for the Military R&D Manager*. Naval War College Review, Vol. 22, nr. 4, pp. 14-26, 1969.

CHANDA, R; PABALKAR, V. *Computer Vision and Speech Understanding*. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> International Conference on Cognitive and Intelligent Computing. Springer, pp 343-352, 02 out 2023.

CHO, Yonghee; DAIM, Tugrul. *Technology Forecasting Methods em Research and Technology Management in Electricity Industry: Methods, Tools and Case Studies*. London: Springer-Verlag, 2013.

CLANCY, Tom. *Red Storm Rising*. New York: Berkley Books, 1986.

CORRÊA, C. R.; SANTOS, J. L.; SILVA, A. C. F. *Relatório Protótipo 2021 Rede Monitoramento Prospectivo Defesa. 2021. (Relatório de pesquisa)*. Disponível em: [https://bf807225-79de-462f-8c36-c21213bc6e18.filesusr.com/ugd/248b6f\\_19ec-ccf7bb484df0bcd63d7c2ff9167f.pdf](https://bf807225-79de-462f-8c36-c21213bc6e18.filesusr.com/ugd/248b6f_19ec-ccf7bb484df0bcd63d7c2ff9167f.pdf). Acesso em: 15/05/2024



CORRÊA, Claudio R.; LAURO, Adriano; TABORDA, Francisco J. U. *Future Scenarios and Sea Power em The Influence of Sea Power upon the maritime Studies*. Rio de Janeiro, Letras Marítimas, 2022.

DAVIS, Paul K, KAHAN, James P. *Foresight for commanders: A methodology to assist planning for effects-based operations*. Proceedings of SPIE - The International Society for Optical Engineering, Vol. 6227, 2006.

DEFENSE MEDIA NETWORK. *F-35 Lightning: Joint Strike Fighter*. Defense Media Network. Tampa, 2011.

DOUSSET, Francis; LE MASSON, Henri; SIMONI H. *Les sous-marins français des origines à nos jours*. Editions de la Cité, Brest-Paris, 1980.

DREZNER, Jeffrey A; LEONARD, Robert S. *Global Hawk and Darkstar: Flight Test in the HAE UAV ACTD Program*. Santa Monica: RAND Corporation, 2002.

DURST, Carolin, et ali. *A Holistic Approach to Strategic Foresight: a foresight support system for the German Federal Armed Forces*. Technological Forecasting and Social Change. Vol 97, pp 91-104, ago 2015.

FINK, Donald G; CHRISTIANSEN, Donald. *Electronics Engineers' Handbook, 3<sup>rd</sup>. edition*. New York: McGrawHill, 1989.

FREITAS, José Eduardo; OLIVEIRA, Luiz Guilherme de. *Prospecção no setor de defesa no Brasil: o caso do Exército Brasileiro*. Future Studies Research Journal and Strategies, Vol. 4, pp. 72-101, 2012.

FRIEDMAN, Norman. *U.S. Destroyers: an illustrated design history*. Annapolis, The United States Naval Institute, 1982.

FUENTES, Gidget. *New Surface Squadron Receiving Unmanned Sea Hunter Ahead of Tests with Zumwalt Destroyers*. USNI News, September 02, 2019. Disponível em: <https://news.usni.org/2019/09/02/new-surface-squadron-receiving-unmanned-sea-hunter-ahead-of-tests-with-zumwalt-destroyers> . Acesso em 11 abr 2024.

GOUGH, David; SANDY, Oliver; JAMES, Thomas. *An Introduction to Systematic Reviews*. SAGE Publications Ltd, Melbourn, 2017.

GLENN, Jerome C. *Future research Methodology: Version 3.0*. The Millenium Project. 2009

GODET, Michel. *Introduction to la prospective: Seven key ideas and one scenario method*. Futures, Vol. 18, nr. 2, pp. 134-157, 1986.

GODET, Michel; ROUBELAT, Fabrice. *Creating the Future: The Use and Misuse of Scenarios*. Long Range Planning, Vol. 29, pp. 164-171, 1996.

GODET, Michel; DURANCE, Philippe. *Scenario Building: Uses and abuses*. Technological Forecasting & Social Change, nr. 77, pp. 1488-1492, 2010.

GRUMMIT, David. *Bradley Fighting Vehicle: the US Army's combat-proven fighting vehicle, 1981-2021*. Yorkshire: Pen & Sword Military, 2021.

GRANT, Rebecca. *The Bekaa Valley War*. Air and Space Forces Magazine, Vol. 85, No. 6, June 2002. Disponível em: <https://www.airandspaceforces.com/article/0602bekaa/> . Acessado em 31 mar 2024.

GUNSTON, Bill; GILCHRIST, Peter. *Jet Bombers: From the Messerschmitt Me 262 to the Stealth B-2*. London, Osprey Aerospace, 1993.

HAMBLING, David. *Swarm Troopers: How Small Drones Will Conquer the World*. Archangel Inc, 2015.

HAMSTRA, Jeffrey W. *The F-35 Lightning II: From Concept to Cockpit*. Reston: American Institute of Aeronautics & Astronautics, 2019.

HARARI, Yuval Noah. *Homo Deus: A Brief History of Tomorrow*. Vintage Books, London, 2017.

HERSH, Seymour M. *The Samson Option: the Israel's Nuclear Arsenal and America Foreign Policy*. New York, Random House, 1991.

HOFFMAN, Frank G. *Conflict in the 21<sup>st</sup> Century: the rise of hybrid wars*. Arlington: Potomac Institute for Policy Studies, 2007.

IJABI, Ebrahim, et ali. *Strategic Foresight for Defensive Technologies in the Field of Army Air Defense of the Islamic Republic of Iran on 1420 Horizon*. Quarterly Journal – Defensive Future Studies. Vol. 4, Issue 14, pp. 7-34, dez 2019.

INSINNA, Valerie. *EXCLUSIVE: Air Force's RQ-4 Global Hawk drones headed for retirement in FY2027*. Breaking defense. Disponível em: <https://breakingdefense.com/2022/07/exclusive-air-forces-rq-4-global-hawk-drones-headed-for-the-boneyard-in-fy27/> Acessado em: 15 abr 2024.

JENKINS, Dennis R. *Lockheed Martin F-117 Nighthawk*. Minneapolis-St. Paul: Specialty Books, 1999.

JONES, Joseph. *Stealth Technology: The Art of Black Magic*. Blue Ridge Summit: Aero-Tab Books, 1989.

KAYSER, Victoria; BLIND, Knut. *Extending the Knowledge Base of Foresight: The contribution of text mining*. Technological Forecasting & Social Change, Vol. 116, pp. 208-215, 2017.

KERR, Paul K. *U.S Arms Transfer Restrictions and AUKUS Cooperation*. Congressional Research Service, Washington, DC, 2024.

KIM, Sungchul; JANG, Dongsik; JUN, Sunghae; PARK, Sangsung. *A Novel Forecasting Method for Sustainable Management of Defense Technology*. Sustainability, Vol. 7, pp 16720-16736, 2015.

KNOPF, Jeffrey W. *Doing a Literature Review*. Political Science & Politics. Vol. 39, nr. 1, pp 127, 2006.

LAGRONE, Sam. *USS Zumwalt Arrives in Mississippi for Hypersonic Weapon Installation*. USNI News, August 19, 2023. Disponível em: <https://news.usni.org/2023/08/19/uss-zumwalt-arrives-in-mississippi-for-hypersonic-weapon-installation>. Acesso em 12 abr 2024.

LATIF, Robert H. Latiff. *Future War: preparing for the new global battlefield*. New York, Vintage Books, 2017.

KINSEY, Bert. *F-5E & F-5F Tiger II*. Fallbrook, Aero Publishers / Arms & Armour Press, 1982

KAYSER, Victoria; BLIND, Knut. *Extending the Knowledge Base of Foresight: The Contribution of Text Mining*. Technological Forecasting & Social Change, Vol. 116, pp 208-215, 2017.

KOTT, Alexander; PERCONTI, Philip. *Long Term Forecasts of Military Technologies for a 20-30 Year Horizon: An Empirical Assessment of Accuracy*. Technological Forecasting and Social Change, Vol. 137, pp. 272-279, 2018.

LONGO, Waldimir Pirró e; MOREIRA, William de Sousa. *Tecnologia e Inovação no Setor de Defesa: uma Perspectiva Sistêmica*. Revista da Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, Vol. 19, Nr. 2, pp. 277-304, 2013.

LORA-GUZMÁN, Harold S; PRIETO-FLORÉZ, Javier. *El Papel del Gerente y la Prospectiva em Escenarios de Crisis*. Revista Científica Anfíbios, Vol. 4, Nr. 1, 2021.

LYONS, John W; CHAIT, Richard; VALDES, James J. *Forecasting Science and Technology for the Department of Defense*. Center for Technology and National Security Policy, National Defense University, 2009.

MALKASIAN, Carter. *The American War in Afghanistan*. Oxford University Press, New York, 2021.

MANCHERI, Nabeel A. *Chinese Monopoly in Rare Earth Elements: Supply-Demand and Industrial Applications*. China Report 48, Vol 4, pp 449-468, 2012.

MILES, Ian; SARITAS, Ozcan; SOKOLOV, Alexander. *Prospectiva para Ciência, Tecnologia e Inovação*. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2021.

MINGHUI, Zhao; HANRUI, Ye; YAO, Peng; LINGLIN, Zhang. *Literature Review and Practice Comparison of Technology Foresight*. Procedia Computer Science, Vol. 199, pp; 837-844, 2022.

MANSHARAMANI, Vikram. *How fiction can help us imagine the future: in an age of big data, artificial intelligence, and continual forecasting, fiction can help us navigate uncertainty by opening our eyes to a wide range of scenarios*. Strategy+Business, July 27, 2020. Disponível em: <https://www.strategy-business.com/article/How-fiction-can-help-us-imagine-the-future> Acesso em 27 jun 2021.

MANSHARAMANI, Vikram. *Think for Yourself: restoring Common Sense in an Age of Experts and Artificial Intelligence*. Boston: Harvard Business Review Press, 2020.

MARCIAL, E. C. *Análise Estratégica: Estudos de Futuro no Contexto da Inteligência Competitiva, v. 1*. Thesaurus Editora, Brasília, 2011.

MARTIN, Ben R. *Foresight in Science and Technology*. Technology Analysis & Strategic Management, Vol. 7, No. 2, 1995 (139-168)

MARTIN, Ben R. *Technology Foresight: capturing the benefits from science-related technologies*. Research Evaluation, Vol. 6, nr. 2, pp. 158-168, 1996.

MARTIN, Ben. *The origins of the concept of 'foresight' in science and technology: An insider perspective*. Technological Forecasting & Social Change, Vol. 77, pp. 1438-1447, 2010.

MAVRIS, Dimitri N; SOBAN, Danielle S. *Assessing the Impact of Technology on Aircraft Systems Using Technology Impact Forecasting*. Journal of Aircraft, Vol. 50, No. 4, September-October 2013.

MILES, Ian; SARITAS, Ozcan; SOKOLOV, Alexander. *Prospectiva para Ciência, Tecnologia e Inovação*. Editora Fiocruz, Rio de Janeiro, RJ, 2021.

MINGHUI, Zhao; HANRUI, Ye; YAO, Peng; LINGLING, Zhang. *Literature Review and Practice Comparison of Technology Foresight*. Procedia Computer Science, Vol. 199, pp. 837-844, 2022.

MOCKAITIS, Thomas R. *The Iraq War Encyclopedia*. New York: ABC-CLIO, 2013.

MOON-KOOK, Kim; IN-TAE, Shin; JAE-KOOK, Lee. *A Study of the Development Direction of Next Generation Drone Through Analysis of the Role of Drones Used in Warfare: From Gulf War to Ukraine War*. Journal of the Korea Academia-Industrial Cooperation Society, Vol. 24, nr. 10, pp. 656-664, 2023.

NEEMAN, Alexandra G. *Defense Primer: Department of Defense Contractors*. Washington, Congressional Research Service, 2024.

NEMETH, Bence; DEW, Nicholas; AUGIER, Mie. *Understanding some pitfalls in the strategic foresight processes: The case of the Hungarian Ministry of Defense*. Futures, Vol. 101, pp. 92-102, August 2018.

NICHOLS, Gisele Christina Leal. *Guerra Naval do Futuro: Estudo de Cenários Prospectivos na Era Pós-Humana*. 2019. 203 f. Dissertação (Mestrado em Estudos Marítimos) – Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos da Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro.

O'HANLON, Michael. *Forecasting Change in Military Technology 2020-2040*. Foreign Policy at Brookings. Disponível em: [https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2018/09/FP\\_20181218\\_defense\\_advances\\_pt2.pdf](https://www.brookings.edu/wp-content/uploads/2018/09/FP_20181218_defense_advances_pt2.pdf), 2018.

OLIVA, Silvia M. Vicente; SÁNCHEZ, Ángel Martínez; GÓMEZ, Delgado, *Technology Foresight in National Defense Organizations in Europe and Implications for Corporate Strategy*. 5<sup>th</sup> International Conference on Future-Oriented Technology Analysis (FTA) – Engage today to shape tomorrow, Brussels, 27-28 November 2014.

OZCAN, Sercan; HOMAYOUNFARD, Amir; SIMMS, Christofer; WASIM, Jahangir. *Roadmapping Using Text Mapping: A Foresight Study for the Retail Industry*. IEEE Transactions on Engineering Management, 2021.

- PERCOVICH, George. *India's Nuclear Bomb: The Impact on Global Proliferation*. Berkeley: University of California Press, 2001.
- PITRON, Guillaume. *The Rare Metals War*. Scribe Publications, Victoria, Australia, 2020.
- POPPER, Rafael. *How are foresight methods selected?* Foresight, Vol. 10, pp. 62-89, 2008.
- PORTER, Alan L.; CUNNINGHAM, S. W. *Tech Mining: Exploiting New Technologies for Competitive Advantage*. New Jersey, John Wiley & Sons, 2005
- PORTER, Alan L. *Text Mining of Science & Technology Information Resources for Future-Oriented Technology Analyses*. Futures Research Methodology – V3.0, The Millenium Project, April 30, 2009.
- RICH, Ben R; JANOS, Leo. *Skunk Works: A Personnal Memoir of My Years at Lockheed*. New York: Back Bay Books, 1994.
- RICHARDSON, Doug. *Stealth Warplanes: Deception, Evasion and Concealment in the Air*. London: Salamander Books Ltd, 1989.
- RUNOV, Valentin; The Russian General Staff. *The Soviet-Afghan War: How a Superpower Fought and Lost*. University Press of Kansas, Lawrence, 2002.
- SACHINI, Evi; SIOUMALAS-CHRISTODOULOS, Konstantinos; CHRYSOMALLIDES, Charalampos; *et ali.... Identifying the Intellectual Capital of Greek Defense Firms. Science Outputs and Industrial Considerations*. Defence and Peace Economics, Vol. 33, Issue 3, 2022
- SANTO, Marcio de Miranda; COELHO, Gilda Massari; SANTOS, Maria dos; FILHO, Lélío Fellows. *Text Mining as a Valuable Tool in Foresight Exercises: a Case Study in Nanotechnology*. Technological Forecasting & Social Change, nr. 73, pp 1013-1027, 2006.
- SAYLER, Kelley M. *Emerging Military Technologies: Background and Issues for Congress*. Washington: Congressional Research Service, 2024.
- SCHARRE, Paul. *Army of None: autonomous weapons and the future of war*. W. W. Norton & Company, London & New Youk, 2018.
- SCHARRE, Paul. *Four Battlegrounds: Power in the Age of Artificial Intelligence*. W. W. Norton & Company, London & New Youk, 2023.
- SCHILLING, Melissa A. *Strategic Management of Technological Innovation*. 6th edition. New York: McGraw-Hill Education, 2020.
- SCHWARTZ, Peter. *The Art of the Long View: Planning for the Future in an Uncertain World*. Currency Doubleday, New York, NY, 1991.
- SIOUMALAS-CHRISTODOULOS, Konstantinos. *Exploring the Intellectual Capital of a High Tech Industry: A Case Study of the Scien-tific Outputs of Defence Firms*. International Journal of Finance, Insurance and Risk Management, Vol. XI, Issue 3, 2021.
- SNOWDEN, Ernest; WOOD, Robert F. *Maritime Unmanned: from Global Hawk to Triton*. Annapolis: Naval Institute Press, 2021.

STEWART, Jules. *On Afghanistan Plains: The Story of Britain's Afghan Wars*. I. B. Tauris & Co. Ltd, London, 2011.

STÖMMER, Kiia; ORMISTRON, Jarrod. *Forward-looking Impact Assessment – An Interdisciplinary Systematic Review and Re-search Agenda*. Journal of Cleaner Production, Vol. 377, 01 dez 2022.

STOREY, D. *Political Geography, International Encyclopedia of Human Geography*. Science Direct – Elsevier, 2009.

TABORDA, Francisco Jose Umgeher; CORRÊA, Cláudio Rodrigues; *Ciclos de Desenvolvimento de Tecnologias de Defesa*. Revista da Escola Superior de Guerra, Vol. 39, nr. 87, 2024.

THE ECONOMIST. *The Future of War*. July 8th-14th 2023

TUORI, Helmi-Kanerva. *The Anticipation of Long-Term Impact in In-novation Project Preparation*. Theseus Repository, 2023. Disponível em: <https://www.theseus.fi/handle/10024/817127> Acessado em 15 jan 2024.

USMC – United States Marine Corps. *Science Fiction Futures; Marine Corps Security Environment Forecast: Futures 2030-2045*. United States Marine Corps, 2016.

VERNE, Júlio. *20.000 Léguas Submarinas*. Editora Principis, Jandira, SP, 2020.

VERNE, Júlio. *Da Terra à Lua*. Editora Principis, Jandira, SP, 2021.

VERNE, Júlio. *Cinco Semanas em um Balão*. Editora Principis, Jandira, SP, 2021.

WAGNER, Ricardo. *Prospecção Tecnológica: definições, necessidades e visão de futuro*. Agência de Gestão e Inovação Tecnológica do Exército Brasileiro, Rio de Janeiro, RJ, 2024.

WAUGH, Steve. *Build a Corvette with a Hornet's Sting*. United Staes Naval Institute, Proceedings Magazine, November 2018, Vol. 144/11/1, pp. 389.

WESTWICK, Peter. *Stealth: the secret contest to invent invisible aircraft*. New York: Oxford University Press, 2020.

YE, Chulei; FENG, Lu. *Future Oriented Technology Analysis of Technology Roadmap based on Text Mining*. 10<sup>th</sup> International Conference on Fuzzy Systems and Knowledge Discovery, IEEE Xplore, 2013.

ZISSIS, Wolfe. *The Infrared Handbook*. Arlington: Office of Naval Research - Department of the Navy, 1985.

## **Anexo A – Bibliografia inicial de ficção militar sugerida**

Este anexo reúne algumas indicações de obras para leitura que se enquadram no disposto no item 4.7 e que ajudaram o autor a idealizar a possibilidade de se fazer uma prospectiva de tecnologias de defesa a partir de fontes abertas e de obras de ficção militar. Este enfoque não só permite que se tenha uma visão da tecnologia de defesa futura, do seu emprego em cenários plausíveis dentro de contextos geopolíticos latentes. Alguns dos cenários propostos nesses livros não aconteceram graças ao efeito moderador da diplomacia e do poder de deterrência do poder militar (naval, terrestre, aéreo e aeroespacial) das grandes potências. A leitura desses livros mostra que um grande contribuinte para o poder de deterrência é o poder naval, o único que é capaz de operar nas 4 dimensões e que tem a possibilidade de se tornar presente em teatros de operação com rapidez e em quantidades capazes de controlar a situação e impedir consequências desastrosas. Nem sempre, isto é possível, como mostra o caso da invasão russa da Ucrânia. Em outras ocasiões, a geografia aliada à determinação dos povos isto se torna impossível como é o caso das invasões do Afeganistão feita por britânicos no século XIX (Stewart, 2011), soviéticos no século XX (Runov *et ali*, 2002) e pela coligação da OTAN, no século XXI (Malkasian, 2021). Casos de sucesso, pelo menos até o momento, são o pré-posicionamento de unidades americanas na Coreia do Sul que tem a finalidade de desincentivar uma eventual invasão pelos norte-coreanos e o guarnecimento de bases americanas no Japão que no século passado inibiu a invasão do norte do Japão por forças soviéticas e que hoje oferecem certo poder dissuasório contra uma possível aventura chinesa em Taiwan.

Os livros indicados descrevem sistemas futuros empregados em cenários latentes de conflagração atuais que se concretizam em um futuro não muito distante. Alguns dos cenários considerados são as instabilidades que existem entre Índia e Paquistão, China e Taiwan, Coreia do Sul e Coreia do Norte, Rússia e Ucrânia, Índia e China, a expansão chinesa nos mares da China, Rússia e os países bálticos, Israel e Irã, entre outros. Os livros escritos por David Poyer ao longo de mais de 35 anos permitem acompanhar a evolução dos sistemas de armas ao longo desse período e verificar que muitas das previsões de desempenho, de fato, se mostraram verdadeiras. No caso de sistemas de comando e controle navais, podemos ler as dificuldades que o Naval Tactical Data System 2 (NTDS2) enfrentou na segunda metade dos anos 1980, seu potencial de operação e desenvolvimento ulterior que deu origem ao Sistema Aegis que hoje é considerado o melhor sistema de comando e controle disponível no mercado e é a espinha dorsal do sistema de combate dos principais navios da marinha do EUA. Esses livros, também, são uma aula de geopolítica. Uma leitura cuidadosa de livros do gênero pode prover muita informação

importante para contribuir com a elaboração de táticas e, eventualmente de estratégias e doutrinas, além de permitir vislumbrar o potencial de tecnologias em desenvolvimento, ou futuras, que auxiliem potências intermediárias planejar seus desenvolvimentos de tecnologias e sistemas capazes de oferecer algum poder de deterrência, possivelmente, em capacidades de guerra assimétrica ou híbrida.



Tabela A1: Relação de livros de David Poyer

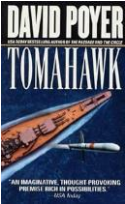
	Vol. 01	<a href="https://www.amazon.com/gp/product/0312927223/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeA-SIN=0312927223">https://www.amazon.com/gp/product/0312927223/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeA-SIN=0312927223</a>
	The Med	
	1988	
	Vol. 02	<a href="https://www.amazon.com/gp/product/0312925778/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeA-SIN=0312925778">https://www.amazon.com/gp/product/0312925778/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeA-SIN=0312925778</a>
	The Gulf	
	1990	
	Vol. 03	<a href="https://www.amazon.com/gp/product/0312929641/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeA-SIN=0312929641">https://www.amazon.com/gp/product/0312929641/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeA-SIN=0312929641</a>
	The Circle	
	1992	
	Vol. 04	<a href="https://www.amazon.com/gp/product/0312113811/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeA-SIN=0312113811">https://www.amazon.com/gp/product/0312113811/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeA-SIN=0312113811</a>
	The Passage	
	1994	
	Vol. 05	<a href="https://www.amazon.com/gp/product/0312965613/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeA-SIN=0312965613">https://www.amazon.com/gp/product/0312965613/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeA-SIN=0312965613</a>
	Tomahawk	
	1998	
	Vol. 06	<a href="https://www.amazon.com/gp/product/0312202873/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeA-SIN=0312202873">https://www.amazon.com/gp/product/0312202873/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeA-SIN=0312202873</a>
	China Sea	
	2000	
	Vol. 07	<a href="https://www.amazon.com/gp/product/0312983859/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeA-SIN=0312983859">https://www.amazon.com/gp/product/0312983859/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeA-SIN=0312983859</a>
	Black Storm	
	2002	

Tabela A1: Relação de livros de David Poyer

	Vol. 08	<a href="https://www.amazon.com/gp/product/0312318367/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=0312318367">https://www.amazon.com/gp/product/0312318367/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=0312318367</a>
	The Command	
	2004	
	Vol. 09	<a href="https://www.amazon.com/gp/product/0312339615/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=0312339615">https://www.amazon.com/gp/product/0312339615/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=0312339615</a>
	The Threat	
	2006	
	10	<a href="https://www.amazon.com/gp/product/0312384122/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=0312384122">https://www.amazon.com/gp/product/0312384122/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=0312384122</a>
	Korea Strait	
	2007	
	Vol. 11	<a href="https://www.amazon.com/gp/product/0312374933/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=0312374933">https://www.amazon.com/gp/product/0312374933/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=0312374933</a>
	The Weapon	
	2008	
	Vol. 12	<a href="https://www.amazon.com/gp/product/0312544391/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=0312544391">https://www.amazon.com/gp/product/0312544391/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=0312544391</a>
	The Crisis	
	2009	
	Vol. 13	<a href="https://www.amazon.com/gp/product/0312613016/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=0312613016">https://www.amazon.com/gp/product/0312613016/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=0312613016</a>
	The Towers	
	2011	
	Vol. 14	<a href="https://www.amazon.com/gp/product/1250020581/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=1250020581">https://www.amazon.com/gp/product/1250020581/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=1250020581</a>
	The Cruiser	
	2014	

Tabela A1: Relação de livros de David Poyer

	Vol. 15	<a href="https://www.amazon.com/gp/product/1250314666/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=1250314666">https://www.amazon.com/gp/product/1250314666/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=1250314666</a>
	Tipping Point	
	2015	
	Vol. 16	<a href="https://www.amazon.com/gp/product/1250056314/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=1250056314">https://www.amazon.com/gp/product/1250056314/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=1250056314</a>
	Onslaught	
	2016	
	Vol. 17	<a href="https://www.amazon.com/gp/product/1250097959/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=1250097959">https://www.amazon.com/gp/product/1250097959/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=1250097959</a>
	Hunter Killer	
	2017	
	Vol. 18	<a href="https://www.amazon.com/gp/product/1250101107/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=1250101107">https://www.amazon.com/gp/product/1250101107/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=1250101107</a>
	Deep War	
	2018	
	Vol. 19	<a href="https://www.amazon.com/gp/product/1250220564/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=1250220564">https://www.amazon.com/gp/product/1250220564/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=1250220564</a>
	Overthrow	
	2019	
	Vol. 20	<a href="https://www.amazon.com/gp/product/1250220580/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=1250220580">https://www.amazon.com/gp/product/1250220580/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=1250220580</a>
	Violent Peace	
	2020	

Tabela A1: Relação de livros de David Poyer



	Vol. 21	<a href="https://www.amazon.com/gp/product/1250273064/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=1250273064">https://www.amazon.com/gp/product/1250273064/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=1250273064</a>
	Arctic Sea	
	2021	
	Vol. 22	<a href="https://www.amazon.com/gp/product/1250273080/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=1250273080">https://www.amazon.com/gp/product/1250273080/ref=as_li_ss_tl?ie=UTF8&amp;tag=bsio-20&amp;link-Code=as2&amp;camp=217145&amp;creative=399369&amp;creativeASIN=1250273080</a>
	The Academy	
	2023	

Fonte: Amazon.com – compilação do autor

Tabela A2: Relação de livros de James Rosone e Miranda Watson/Alex Aaronson



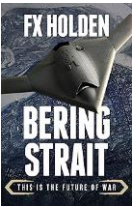
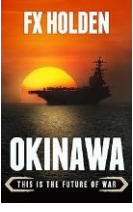
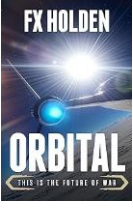
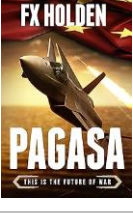

	The Monroe Doctrine Vol. I	<a href="https://www.amazon.com.br/gp/product/B087NW3R8Y?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_0&amp;storeType=ebooks">https://www.amazon.com.br/gp/product/B087NW3R8Y?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_0&amp;storeType=ebooks</a>
	2021	
	The Monroe Doctrine Vol. II	<a href="https://www.amazon.com.br/gp/product/B08BMG5BSP?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_1&amp;storeType=ebooks">https://www.amazon.com.br/gp/product/B08BMG5BSP?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_1&amp;storeType=ebooks</a>
	2021	
	The Monroe Doctrine Vol. III	<a href="https://www.amazon.com.br/gp/product/B08XQZMRXX?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_2&amp;storeType=ebooks">https://www.amazon.com.br/gp/product/B08XQZMRXX?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_2&amp;storeType=ebooks</a>
	2021	
	The Monroe Doctrine Vol. IV	<a href="https://www.amazon.com.br/gp/product/B09F5Y7LM2?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_3&amp;storeType=ebooks">https://www.amazon.com.br/gp/product/B09F5Y7LM2?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_3&amp;storeType=ebooks</a>
	2022	
	The Monroe Doctrine Vol. V	<a href="https://www.amazon.com.br/gp/product/B09LB4WN1X?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_4&amp;storeType=ebooks">https://www.amazon.com.br/gp/product/B09LB4WN1X?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_4&amp;storeType=ebooks</a>
	2022	
	The Monroe Doctrine Vol. VI	<a href="https://www.amazon.com.br/gp/product/B09L9VF4DR?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_5&amp;storeType=ebooks">https://www.amazon.com.br/gp/product/B09L9VF4DR?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_5&amp;storeType=ebooks</a>
	2022	
	The Monroe Doctrine Vol. VII	<a href="https://www.amazon.com.br/gp/product/B09X6JNWTT?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_6&amp;storeType=ebooks">https://www.amazon.com.br/gp/product/B09X6JNWTT?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_6&amp;storeType=ebooks</a>
	2023	

Tabela A2: Relação de livros de James Rosone e Miranda Watson/Alex Aaronson

	The Monroe Doctrine Vol. VIII	<a href="https://www.amazon.com.br/gp/product/B0C41ZN58Y?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_7&amp;storeType=ebooks">https://www.amazon.com.br/gp/product/B0C41ZN58Y?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_7&amp;storeType=ebooks</a>
	2023	
	The Monroe Doctrine – A Post-war Novel	<a href="https://www.amazon.com.br/gp/product/B0D1PS3H7C?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_8&amp;storeType=ebooks">https://www.amazon.com.br/gp/product/B0D1PS3H7C?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_8&amp;storeType=ebooks</a>
	2025	



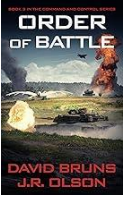
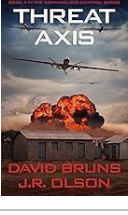
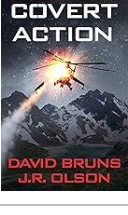
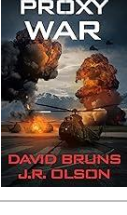
Fonte: Amazon.com – compilação do autor

Tabela A3: Relação de livros de FX Holden

	Vol. 01	<a href="https://www.amazon.com.br/gp/product/B08NLW17ZR?ref=dbs_p_pwh_rwt_anx_cl_0&amp;storeType=ebooks">https://www.amazon.com.br/gp/product/B08NLW17ZR?ref=dbs_p_pwh_rwt_anx_cl_0&amp;storeType=ebooks</a>
	Kobani	
	20	
	Vol. 02	<a href="https://www.amazon.com.br/gp/product/B093QLRV84?ref=dbs_p_pwh_rwt_anx_cl_1&amp;storeType=ebooks">https://www.amazon.com.br/gp/product/B093QLRV84?ref=dbs_p_pwh_rwt_anx_cl_1&amp;storeType=ebooks</a>
	Golan	
	Vol. 03	<a href="https://www.amazon.com.br/gp/product/B07J3P42HF?ref=dbs_p_pwh_rwt_anx_cl_2&amp;storeType=ebooks">https://www.amazon.com.br/gp/product/B07J3P42HF?ref=dbs_p_pwh_rwt_anx_cl_2&amp;storeType=ebooks</a>
	Bering Strait	
	2018	
	Vol. 04	<a href="https://www.amazon.com.br/gp/product/B081GYKHMJ?ref=dbs_p_pwh_rwt_anx_cl_3&amp;storeType=ebooks">https://www.amazon.com.br/gp/product/B081GYKHMJ?ref=dbs_p_pwh_rwt_anx_cl_3&amp;storeType=ebooks</a>
	Okinawa	
	2019	
	Vol. 05	<a href="https://www.amazon.com.br/gp/product/B08937TRT5?ref=dbs_p_pwh_rwt_anx_cl_4&amp;storeType=ebooks">https://www.amazon.com.br/gp/product/B08937TRT5?ref=dbs_p_pwh_rwt_anx_cl_4&amp;storeType=ebooks</a>
	Orbital	
	2020	
	Vol. 06	<a href="https://www.amazon.com.br/gp/product/B09KC89CC6?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_5&amp;storeType=ebooks">https://www.amazon.com.br/gp/product/B09KC89CC6?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_5&amp;storeType=ebooks</a>
	Pagasa	
	2021	
	Vol. 07	<a href="https://www.amazon.com.br/gp/product/B0B1JGQB8Y?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_6&amp;storeType=ebooks">https://www.amazon.com.br/gp/product/B0B1JGQB8Y?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_6&amp;storeType=ebooks</a>
	DMZ	
	2022	

Fonte: Amazon.com – compilação do autor

Tabela A4: Relação de livros de David Bruns e J. R. Olson

	Command & Control Bk 01	<a href="https://www.amazon.com.br/gp/product/B099CPZDPW?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_0&amp;storeType=ebooks">https://www.amazon.com.br/gp/product/B099CPZDPW?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_0&amp;storeType=ebooks</a>
	Command and Control	
	2022	
	Command & Control Bk 02	<a href="https://www.amazon.com.br/gp/product/B09LVL6M5?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_1&amp;storeType=ebooks">https://www.amazon.com.br/gp/product/B09LVL6M5?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_1&amp;storeType=ebooks</a>
	Counter Strike	
	2022	
	Command & Control Bk 03	<a href="https://www.amazon.com.br/gp/product/B09R67WN7Q?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_2&amp;storeType=ebooks">https://www.amazon.com.br/gp/product/B09R67WN7Q?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_2&amp;storeType=ebooks</a>
	Order of Battle	
	2022	
	Command & Control Bk 04	<a href="https://www.amazon.com.br/gp/product/B0B7NVSSHW?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_3&amp;storeType=ebooks">https://www.amazon.com.br/gp/product/B0B7NVSSHW?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_3&amp;storeType=ebooks</a>
	Threat Axis	
	2023	
	Command & Control Bk 05	<a href="https://www.amazon.com.br/gp/product/B0BXY7X1N5?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_4&amp;storeType=ebooks">https://www.amazon.com.br/gp/product/B0BXY7X1N5?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_4&amp;storeType=ebooks</a>
	Covert Action	
	2024	
	Command & Control Bk 06	<a href="https://www.amazon.com.br/gp/product/B0CT4FTT8X?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_5&amp;storeType=ebooks">https://www.amazon.com.br/gp/product/B0CT4FTT8X?notRedirectToSDP=1&amp;ref=dbs_mng_calw_5&amp;storeType=ebooks</a>
	Proxy War	
	2025	

Fonte: Amazon.com – compilação do autor