

MARINHA DO BRASIL  
ESCOLA DE GUERRA NAVAL  
MESTRADO PROFISSIONAL EM ESTUDOS MARÍTIMOS

GISELLI CHRISTINA LEAL NICHOLS

GUERRA NAVAL DO FUTURO:  
ESTUDO DE CENÁRIOS PROSPECTIVOS NA ERA PÓS-HUMANA

Rio de Janeiro  
2019

GISELLI CHRISTINA LEAL NICHOLS

GUERRA NAVAL DO FUTURO:  
ESTUDO DE CENÁRIOS PROSPECTIVOS NA ERA PÓS-HUMANA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Estudos Marítimos da Escola de Guerra Naval como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Estudos Marítimos. Área de Concentração em Segurança, Defesa e Estratégia Marítima.

Claudio Rodrigues Corrêa  
Thauan dos Santos

Rio de Janeiro  
2019

N616g Nichols, Giselli Christina Leal  
Guerra naval do futuro: estudo de cenários prospectivos na era pós-humana. / Giselli Christina Leal Nichols. \_\_ Rio de Janeiro, 2019.  
202 f.: il.

Dissertação (Mestrado) - Escola de Guerra Naval, Programa de Pós-Graduação em Estudos Marítimos (PPGEM), 2019.

Orientador: Claudio Rodrigues Corrêa

Coorientador: Thauan dos Santos

Bibliografia: f. 160 – 182.

1. Ciência, tecnologia e inovação 2. Inovações tecnológicas. 3. Guerra naval 4. Estratégia 5. Cenários prospectivos 6. Análise prospectiva. I. Escola de Guerra Naval (BRASIL). II. Título.

CDD 355.033

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária  
Marjourie A. Araujo Cruz Marques – CRB7/6818  
Biblioteca da Escola de Guerra Naval

GISELLI CHRISTINA LEAL NICHOLS

GUERRA NAVAL DO FUTURO:  
ESTUDO DE CENÁRIOS PROSPECTIVOS NA ERA PÓS-HUMANA

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado Profissional em Estudos Marítimos da Escola de Guerra Naval como requisito parcial para obtenção do título de Mestra em Estudos Marítimos. Área de Concentração em Segurança, Defesa e Estratégia Marítima.

APROVADA EM 27 DE MARÇO DE 2019

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Claudio Rodrigues Corrêa (Orientador)  
Doutor do PPGEM-EGN

---

Prof. Dr. Thauan Santos  
Doutor do PPGEM-EGN (Coorientador)

---

Prof. Dr. Nival Nunes de Almeida  
Doutor do PPGEM-EGN

---

Profª. Dra. Érika Cristina Barbosa de Almeida Ribeiro  
Doutora da Escola Naval

Porque sou eu que conheço os planos que tenho para vocês, diz o Senhor, planos de fazê-los prosperar e não de lhes causar dano, planos de dar-lhes esperança e um futuro.

*Jeremias 29:11 – Bíblia Sagrada*

## AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de toda sabedoria.

Ao meu esposo e filhos, pelo amor, incentivo e apoio incondicional, com os quais obtive o suporte necessário para enfrentar esse desafio. Em especial à minha filha Gabriella, por me fazer acreditar, desde o início, que seria possível conquistar esse objetivo.

Ao meu orientador, Comandante Claudio Rodrigues Corrêa, pelas horas incansáveis dedicadas a colocar meus pensamentos no caminho da coesão e coerência textual, por indicar as melhores fontes de conhecimento e pelo estímulo permanente que me ajudou a manter o foco, a força e a fé.

Ao meu coorientador, Thauan Santos, pelo pragmatismo literário e reflexões constantes que muito me auxiliaram no equilíbrio da construção da pesquisa.

Aos professores Erika Almeida Ribeiro e Nival Nunes de Almeida, por terem acreditado no potencial deste trabalho e na importância de seu desenvolvimento.

Aos especialistas da comunidade marítima e de defesa, pois sem eles não teria sido possível atingir, com profundidade e clareza, o discernimento sobre a magnitude e relevância das novas tecnologias para o desenvolvimento de um Poder Naval que salvguarde a soberania nacional e integridade territorial de nosso país.

Aos amigos mestres, mestrandos, doutores, professores, oficiais e auxiliares do Programa de Pós-graduação em Estudos Marítimos da Escola de Guerra Naval que foram de fundamental importância nesta caminhada, compartilhando alegrias e ansiedades, e ajudando a superar as muitas dificuldades. Agradeço particularmente a Marisol Pensado Pazos e Valdir Jorge Luiz, pela atenção, gentileza e profissionalismo inegáveis demonstrados na assessoria das questões burocráticas e administrativas do PPGEM-EGN.

A todos aqueles que, direta ou indiretamente, contribuíram para que esse dia, prospectado há tempos, pudesse se tornar realidade.

Muito obrigado.

## RESUMO

O objetivo desta pesquisa é evidenciar futuros possíveis da guerra naval, nos próximos 30 anos, por meio de cenários metodologicamente elaborados de enfrentamentos bélicos permeados por tecnologias disruptivas de última geração. Drones, robôs e navios autônomos, sistemas e robôs dotados com Inteligência Artificial, computação e satélites quânticos, ciborgues e exoesqueletos são alguns dos produtos tecnológicos que estão sendo produzidos e incorporados ao serviço das Forças Armadas e estudados nesta pesquisa. A sofisticação nos sistemas e equipamentos de Defesa tem crescido de tal forma que sugere uma mudança no *modus faciendi* da guerra no ambiente marítimo em um futuro pós-humano. Este trabalho faz uma abordagem prospectiva de futuros alternativos, consistentes e plausíveis a fim de fornecer subsídios para o planejamento estratégico militar de longo prazo. O estudo baseou-se em extensa revisão bibliográfica sobre tecnologia, guerra, poder naval e poder marítimo, pós-humanismo, prospectiva e cenarização, o que permitiu mapear quais produtos e sistemas estão sendo desenvolvidos para o enfrentamento bélico e seu potencial de complexidade e inovação tecnológica. Para o levantamento das variáveis e incertezas críticas dos ambientes tecnológico e marítimo e suas correlações, utilizou-se um conjunto de ferramentas prospectivas. Uma consulta Delphi com especialistas civis e militares da comunidade marítima de defesa foi realizada para identificar as principais variáveis. Por meio da técnica de análise morfológica, foram traçados os caminhos para o desenvolvimento de três cenários para possíveis ambientes operacionais da guerra naval do futuro, que são: “Águas Tranquilas”, “Mar Encapelado e “Tempestade em Alto Mar”. Como contribuição desse estudo, proporcionada por meio das incertezas e possibilidades apresentadas nos cenários de futuros possíveis, conclui-se ser oportuno um planejamento estratégico prospectivo que considere, com flexibilidade e robustez, as inovações tecnológicas como motor de transformações no *modus faciendi* da guerra naval do futuro em um ambiente operacional diverso.

Palavras-chave: Guerra naval. Futuro. Tecnologia. Cenários prospectivos. Prospectiva estratégica.

## ABSTRACT

The objective of this research is to highlight possible future naval war in the next 30 years, through methodologically elaborated scenarios of warfare confrontations permeated by disruptive technologies of last generation. Drones, robots and autonomous ships, systems and robots equipped with Artificial Intelligence, computing and quantum satellites, cyborgs and exoskeletons are some of the technological products that are being produced and incorporated into the service of the Armed Forces and studied in this research. The sophistication of Defense systems and equipment has grown to such an extent that it suggests a change in the *modus operandi* of war in the maritime environment in a post-human future. This paper makes a prospective approach to alternative, consistent and plausible futures in order to provide input for long-term military strategic planning. The study was based on an extensive bibliographic review of technology, war, naval power and maritime power, post-humanism, foresight and scenery, which allowed the mapping of which products and systems are being developed for warfare and their potential for complexity and technological innovation. For the survey of the variables and critical uncertainties of the technological and maritime environments and their correlations, a set of prospective tools was used. A Delphi consultation with civilian and military experts from the maritime defense community was conducted to identify the main variables. By means of the morphological analysis technique, the paths for the development of three scenarios for possible operational environments of the naval war of the future were outlined, which are: “Peaceful Waters”, “Rough Sea” and “High Sea Storm”. As a contribution of this study, provided through the uncertainties and possibilities presented in the scenarios of possible futures, it is concluded that it is appropriate a prospective strategic planning that considers, with flexibility and robustness, the technological innovations as an engine of transformations in the *modus faciendi* of the naval war of the future in a diverse operational environment.

Keywords: Naval warfare. Future. Technology. Prospective scenarios. Strategic foresight.



## LISTA DE FIGURAS

|   |     |
|---|-----|
| Figura 1 – Fluxo metodológico.....                                    | 21  |
| Figura 2 – Níveis de Maturidade Tecnológica.....                      | 43  |
| Figura 3 – Curva-S.....   | 44  |
| Figura 4 – Cone de futuros.....                                       | 52  |
| Figura 5 – Propagação de dados na Datasphere.....                     | 63  |
| Figura 6 – Momentos da disrupção.....                                 | 64  |
| Figura 7 – Tecnologias militares e domínios operacionais.....         | 76  |
| Figura 8 – Imagens furtivas captadas pelo radar quântico chinês ..... | 84  |
| Figura 9 – Esfera de Bloch.....                                       | 85  |
| Figura 10 – Q System One, o computador quântico da IBM.....           | 86  |
| Figura 11 – Enigma.....   | 88  |
| Figura 12 – Enigma quântica .....                                     | 89  |
| Figura 13 – Nanorobôs de células de grafeno.....                      | 90  |
| Figura 14 – Exoesqueleto Ратник-3 .....                               | 94  |
| Figura 15 – Exoesqueleto Talos.....                                   | 95  |
| Figura 16 – Shakey, o primeiro robô com Inteligência Artificial.....  | 97  |
| Figura 17 – Robô ginoide Sophia .....                                 | 98  |
| Figura 18 – Atlas e outros robôs da Boston Dynamics.....              | 100 |
| Figura 19 – Inseto robô.....  | 101 |
| Figura 20 – Notícia de 1849 sobre o primeiro ataque de drones .....   | 105 |
| Figura 21 – Drone RQ-2 Pioneer.....                                   | 107 |
| Figura 22 – Drone RQ-1 Predator.....                                  | 107 |
| Figura 23 – Drone RQ-4 Global Hawk.....                               | 108 |
| Figura 24 – Drone UTAP 22 Mako .....                                  | 109 |
| Figura 25 – Drone CH-7 .....  | 110 |
| Figura 26 – Drone Yabhon United 40.....                               | 110 |
| Figura 27 – Tipos de condução de navios.....                          | 111 |
| Figura 28 – Drone marítimo Sea Hunter.....                            | 112 |
| Figura 29 – Drone Protector .....                                     | 113 |
| Figura 30 – Drone submarino Knifefish .....                           | 113 |
| Figura 31 – Drone esfera GuardBot.....                                | 114 |
| Figura 32 – Influência das novas tecnologias nos domínios.....        | 115 |

|  |     |
|--|-----|
| Figura 33 – Diamante da Prospectiva .....                            | 121 |
| Figura 34 – Interação entre Cenários e Inteligência Competitiva..... | 123 |
| Figura 35 – NBIC – Convergência Tecnológica.....                     | 126 |
| Figura 36 – Etapas da metodologia da pesquisa .....                  | 131 |
| Figura 37 – Análise SWOT do macroambiente.....                       | 133 |
| Figura 38 – Fases da pesquisa Delphi.....                            | 137 |
| Figura 39 – Tipologia dos atores .....                               | 139 |
| Figura 40 – Análise morfológica .....                                | 140 |

## LISTA DE TABELAS

|  |     |
|--|-----|
| Tabela 1 – Ano médio esperado para ocorrência de cada ponto de inflexão..... | 61  |
| Tabela 2 – Comparação entre robôs quânticos e robôs clássicos .....          | 102 |
| Tabela 3 – Definições e tipos de planejamento .....                          | 116 |
| Tabela 4 – Comparação entre previsão e prospectiva.....                      | 117 |
| Tabela 5 – Tipos de sementes de futuro.....                                  | 122 |
| Tabela 6 – Etapas dos métodos de construção de cenários.....                 | 130 |
| Tabela 7 – Principais forças-motrizes e fatores motivadores .....            | 134 |
| Tabela 8 – Ciências da vida – Novas tecnologias.....                         | 187 |
| Tabela 9 – Materiais e fabricação – Novas tecnologias.....                   | 190 |
| Tabela 10 – Computação e Inteligência Artificial – Novas tecnologias.....    | 193 |
| Tabela 11 – Comunicações e sensoriamento – Novas tecnologias.....            | 195 |
| Tabela 12 – Energia – Novas tecnologias.....                                 | 197 |
| Tabela 13 – Veículos – Novas tecnologias .....                               | 199 |
| Tabela 14 – Espaço – Novas tecnologias.....                                  | 201 |

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

|        |   |
|--------|---|
| 4GW    | <i>Four Generation War</i>                              |
| COIN   | Contra-insurgência                                      |
| DARPA  | <i>Defense Advanced Research Projects Agency`</i>       |
| DBC    | <i>Dimensão do Campo de Batalha</i>                     |
| DCDC   | <i>Development, Concepts and Doctrine Centre's</i>      |
| DoD    | <i>Department of Defense</i>                            |
| EUA    | Estados Unidos da América                               |
| GPET   | Guerra Psicolgica de Espectro Total                    |
| GPS    | <i>Global Positioning System</i>                        |
| HRI    | <i>Human-Robot Interaction</i>                          |
| IA     | Inteligência Artificial                                 |
| IPEA   | Instituto de Pesquisa Econmica e Aplicada              |
| MB     | Marinha do Brasil                                       |
| MD     | Ministério da Defesa                                    |
| MTR    | <i>Military Technical Revolution</i>                    |
| PIB    | Produto Interno Bruto                                   |
| RAM    | Revoluo dos Assuntos Militares                         |
| RI     | Relaes Internacionais                                  |
| SANT   | Sistema Aéreo Não Tripulado                             |
| SciELO | <i>Scientific Eletronic Library Online</i>              |
| SIA    | Superinteligência Artificial                            |
| SIPRI  | <i>Stockholm International Peace Research Institute</i> |
| SLOCS  | <i>Sea lines of communication</i>                       |
| SWOT   | <i>Strenghts, Weaknesses, Opportunities and Threat</i>  |
| VANT   | Veículo Aéreo Não Tripulado                             |

## SUMÁRIO

|          |  |            |
|----------|--|------------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO</b>  | <b>14</b>  |
| <b>2</b> | <b>ANÁLISE DOS CONCEITOS</b>                               | <b>25</b>  |
| 2.1      | Guerra   | 25         |
| 2.2      | Poder Marítimo e Poder Naval                               | 32         |
| 2.3      | Estratégia Naval   | 34         |
| 2.4      | Pós-Humanismo e transhumanismo                             | 37         |
| 2.5      | Tecnologia Evolutiva, Inovativa e Disruptiva               | 42         |
| 2.6      | Guerra pós-humana  | 47         |
| 2.7      | Prospectiva e Cenarização                                  | 50         |
| <b>3</b> | <b>NOVO PARADIGMA TECNOLÓGICO</b>                          | <b>55</b>  |
| <b>4</b> | <b>OS AVANÇOS TECNOLÓGICOS E OS IMPACTOS NA DEFESA</b>     | <b>67</b>  |
| 4.1      | Relação entre tecnologia, defesa e poder                   | 67         |
| 4.2      | Dispositivos tecnológicos avançados de defesa              | 76         |
| 4.3      | Tecnologias interdisciplinares                             | 77         |
| 4.3.1    | Inteligência Artificial                                    | 77         |
| 4.3.2    | Computação quântica  | 83         |
| 4.3.3    | Criptografia pós-quântica                                  | 87         |
| 4.3.4    | Novos materiais e Nanotecnologia                           | 89         |
| 4.4      | Tecnologias de domínio operacional específico              | 92         |
| 4.4.1    | Satélites quânticos  | 92         |
| 4.4.2    | Exoesqueleto   | 94         |
| 4.4.3    | Robôs  | 96         |
| 4.4.4    | Robôs quânticos  | 101        |
| 4.4.5    | Ciborgues  | 102        |
| 4.4.6    | Drones aéreos  | 105        |
| 4.4.7    | Navios e submarinos autônomos e drones anfíbios            | 110        |
| 4.5      | A tecnologia e a guerra naval do futuro                    | 114        |
| <b>5</b> | <b>CENÁRIOS PROSPECTIVOS DA GUERRA NAVAL</b>               | <b>116</b> |
| 5.1      | Prospectiva estratégica                                    | 116        |
| 5.2      | Cenários e métodos prospectivos                            | 119        |
| 5.3      | Futuros possíveis  | 123        |
| 5.4      | Aplicação de estudos prospectivos nas Forças Armadas       | 124        |
| 5.5      | Metodologia da pesquisa                                    | 129        |
| 5.5.1    | Identificação do problema                                  | 132        |
| 5.5.2    | Análise do ambiente  | 132        |
| 5.5.3    | Identificação dos fatores-chave                            | 135        |
| 5.5.4    | Identificação das tendências, incertezas-críticas e atores | 138        |
| 5.5.5    | Análise morfológica das variáveis                          | 139        |
| 5.5.6    | Especificação dos Cenários                                 | 140        |
| 5.5.7    | Elaboração dos Cenários                                    | 141        |
| 5.6      | Cenários da Guerra Naval do Futuro                         | 141        |
| 5.6.1    | Cenário 1 – Águas Tranquilas                               | 142        |
| 5.6.2    | Cenário 2 – Mar Encapelado                                 | 145        |
| 5.6.3    | Cenário 3 – Tempestade em Alto Mar                         | 149        |
| <b>6</b> | <b>CONSIDERAÇÕES FINAIS</b>                                | <b>154</b> |
|          | <b>REFERÊNCIAS</b>   | <b>160</b> |
|          | <b>ANEXO 1 – Pesquisa Delphi</b>                           | <b>183</b> |

|  |            |
|--|------------|
| <b>APÊNDICE 1 – Tecnologias emergentes .....</b>     | <b>187</b> |
| <b>1.1 Ciências da vida.....</b>                     | <b>187</b> |
| <b>1.2 Materiais e fabricação.....</b>               | <b>190</b> |
| <b>1.3 Computação e Inteligência Artificial.....</b> | <b>193</b> |
| <b>1.4 Comunicações e sensoriamento.....</b>         | <b>195</b> |
| <b>1.5 Energia .....</b>                             | <b>197</b> |
| <b>1.6 Veículos .....</b>                            | <b>198</b> |
| <b>1.7 Espaço.....</b>                               | <b>201</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

Segundo o estrategista militar prussiano Clausewitz (1897, p. 2, tradução nossa)<sup>1</sup>, “sobrepajar o inimigo ou desarmá-lo [...] deve ser sempre o propósito da guerra”. Para alcançar esse objetivo, muitos Estados buscam condição militar ideal por meio de estratégias inovadoras e investimentos em armamentos tecnologicamente avançados, como drones, robôs e navios autônomos e sistemas dotados com Inteligência Artificial, para garantir o máximo de assertividade, redução de baixas humanas e otimização de recursos.

O relatório *Stockholm International Peace Research Institute (SIPRI)* de 2017 revela um aumento de 1,1 ponto percentual em relação a 2016 nas despesas militares mundiais. Foram investidos no período US\$ 1,7 trilhão nessa corrida pela superioridade da defesa, o que equivale a 2,2% do Produto Interno Bruto (PIB) global, o nível mais elevado desde o fim da Guerra Fria. O documento demonstra um crescimento nos investimentos em equipamentos bélicos e reflete a importância dos assuntos militares na agenda mundial (SIPRI, 2017).

Desde a origem das primeiras guerras há mais de dez mil anos (FUSCO, 2016), os homens têm se dedicado a encontrar ferramentas que deem suporte a estratégias militares e assegurem o seu êxito, evidenciando o progresso da produção de equipamentos rudimentares para criações mais evoluídas. A cada dia, a velocidade dessas invenções tem competido com a capacidade imaginativa do ser humano, fazendo avançar a passos largos novas descobertas biotecnológicas e tecno-científicas com poder para afetar diretamente a guerra naval do futuro, que deverá ser de grande complexidade (FILIPOFF, 2016), com ameaças aéreas avançadas e aumento de redes costeiras de defesa (TREVITHICK, 2016).

De acordo com Amarante (2009), no decorrer da história, a humanidade testemunhou uma evolução tecnológica assimétrica quantitativa com mudanças ocorrendo em intervalos de 228 anos, que se refletiu até o século XVIII. Com o passar do tempo, entretanto, houve uma explosão da produção científica e o mundo assistiu uma nova tecnologia surgir a cada quatro anos. Essa intensidade inovativa vem produzindo, desde então, uma série de equipamentos e dispositivos com conceitos altamente disruptivos<sup>2</sup>. Uma dessas novidades que pouco a pouco tem se tornado realidade e estimulado a imaginação de muitos é a Interação Homem-Robô (HRI, sigla em inglês). Da ficção científica propagada nos filmes à realidade humanoide de

---

<sup>1</sup> “From this it follows that the disarming or overthrow of the enemy, whichever we call it, must always be the aim of Warfare”.

<sup>2</sup> Que causa disruptivo: interrupção do curso normal de um processo.

Sophia<sup>3</sup>, a robô que ficou conhecida por ser a primeira máquina com Inteligência Artificial a ganhar o título de cidadã, esses artefatos passam a ter cada dia mais importância tanto no meio civil quanto militar.

Os avanços na tecnologia de robôs permitirão que esses dispositivos tecnológicos realizem tarefas avançadas de reconhecimento, fornecimento de logística e evacuação de vítimas no campo de batalha, entre outros, complementando as contrapartes humanas em todas as tarefas militares, incluindo um enfrentamento armado. Para Johnson (2014), o caráter mutável das condições da guerra, das formas de aplicação da tecnologia, da adaptação e da dinâmica do conflito torna desafiador o exercício de prever e, por consequência, de planejar quando esse momento ocorrerá. Para ser ter uma ideia do avanço das tecnologias no âmbito militar, um levantamento realizado pelo *tink tank*<sup>4</sup> *New American Foundation*, revelou que, em 2002, somente os Estados Unidos da América (EUA) possuíam drones armados. Em 2010, a lista incluiu Israel, Irã e Reino Unido. Em 2016, entraram para o grupo Azerbaijão, Cazaquistão, China, Egito, Espanha, França, Geórgia, Grécia, Índia, Itália Nigéria, Paquistão, Turcomenistão, e Ucrânia, somando, ao todo, dezoito países (BERGEN *et al*, 2016).

Num contexto de multipolaridade de forças e ambiente de segurança incerto, em que um novo paradigma tecnológico se concretiza velozmente, pode-se afirmar que a guerra do futuro está às portas: ciborgues, humanoides, robôs guerreiros e cirurgiões, máquinas autônomas, munição inteligente, inteligência artificial são algumas dessas criações que estão transformando o modo como o homem faz a guerra e com impacto para definir o futuro da humanidade. Segundo Rüdiger (2008, p. 66), “o sujeito humano será sublimado pela máquina e convertido em organismo cibernético”.

Diante da complexidade do ambiente marinho, com a prospecção de petróleo e minerais em águas profundas, pesca em larga escala, exploração de zonas polares, produção de energia, pirataria, biopirataria e turismo de massa, onde “a governança dos oceanos implica na participação de diversos atores como os Estados, com suas prerrogativas exclusivas de regulação normativa; as empresas, indo das multinacionais às locais; e os mais diversos atores da sociedade civil” (PLATIAU *et al*, 2015, p. 156), a identificação das forças e fragilidades estratégicas e operacionais ganha cada vez mais importância. Face a essa nova realidade, para que tipo de guerra naval os militares de hoje deveriam se preparar?

---

3 Sophia é um robô com forma humana feminina fabricado pela Hanson Robotics, dos EUA.

4 Os *think tanks* são organizações que conduzem pesquisas independentes, produzem engajamento em temas cruciais e desenvolvem soluções inovadoras para problemas em áreas como economia, tecnologia, políticas públicas e sociais, política externa, políticas estratégicas, políticas de negócios etc. (FGV, 2017).



Sobre a necessidade de se estruturar para esse novo ambiente, Medeiros Filho (2018, n.p.) defende que: “é da maior relevância para países que almejam um lugar de global player no tabuleiro mundial (presumivelmente o Brasil), estar dotado de uma força capaz de dissuadir interesses exógenos aos seus objetivos nacionais, de ‘poder dizer não’ e, assim, oferecer respaldo à sua política externa”.

Na Batalha de Leyte, a última batalha naval da história, ocorrida no Oceano Pacífico entre outubro e dezembro de 1944 durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), o mundo assistiu a um massacre humano e perdas materiais de dimensões inimagináveis. No total, 55.344 japoneses e 3.508 norte-americanos perderam a vida em combate; 36 navios de guerra japoneses e seis navios dos Estados Unidos foram afundados. Foi neste teatro de operações que os japoneses utilizaram pela primeira vez os kamikazes e onde a frota da Marinha japonesa praticamente deixou de existir (SENÁN, 2016).

Diferentemente da Batalha de Leyte, a guerra naval do futuro estará inserida em um mundo em rápida transformação, onde as inovações tecnológicas – como o domínio do espectro eletromagnético e das redes lógicas (AZEVEDO; MOTA, 2012) –, os sistemas de comando e controle e o processo decisório inimigo se tornaram alvos a serem conquistados. A Guerra do Golfo (1990-1991), embora seja um exemplo de batalha em campo terrestre, sinalizou essa passagem do antigo para o novo ambiente tecnológico. A operação Tempestade no Deserto (*Desert Storm*), assistida em todo o mundo em tempo real pela transmissão televisiva, é defendida por alguns como sendo a primeira Guerra da Era da Informação, por ter se baseado no emprego de meios cibernéticos, priorizando e algumas vezes substituindo a manobra no terreno pela manobra informacional. Por seu potencial inovador, esse conflito bélico deu início a um debate sobre se teria originado uma nova Revolução nos Assuntos Militares (RAM) (KREPINEVICH, 2002).

Quando o chefe do Estado-Maior do Exército dos EUA, o general Mark Milley (*apud* MAZE, 2016, p. 1, tradução nossa)<sup>5</sup> disse, em outubro de 2016, que estamos “à beira de uma mudança fundamental” do caráter da guerra, ele lançou um olhar preditivo sobre o futuro do conflito o que, pode-se dizer, tem sido perseguido pelos maiores estrategistas militares de que se tem conhecimento, cada qual no seu tempo. De Sun Tzu, o general estrategista e filósofo chinês, e Leônidas de Esparta, o herói condenado da batalha das Termópilas, em 480 a.C., aos atuais Geoffrey Till e Collin Gray, o exercício de antever com alguma clareza o desenrolar do conflito aliou à estratégia uma vantagem competitiva.

---

<sup>5</sup> “*on the cusp of fundamental change*”.

Estimar possibilidades futuras para o desenvolvimento de estratégias se tornou com o tempo uma arte aplicada por esses estrategistas e que tem se consolidado como de fundamental importância para tomada de decisão. No início do século XIX, Clausewitz, ainda que fundamentado em uma abordagem *ex-post* (baseada em observação) formulou os princípios do planejamento estratégico em que considerava ser necessário um certo grau de antecipação. Ele dizia que os fatores psicológicos, morais e políticos impediam a previsibilidade e padronização dos conflitos (AZEVEDO; MOTA, 2012). Ao estabelecer o conceito de trindade da guerra<sup>6</sup>, incorporou a visão de que a guerra era um jogo de probabilidades e do acaso em que a prática da previsão tinha importância fundamental. Para ele, “nenhuma outra atividade humana está tão contínua ou universalmente vinculada ao acaso. E através do elemento acaso, a adivinhação e a sorte vêm a desempenhar um importante papel na guerra” (CLAUSEWITZ, 1897, Book I, p.16, tradução nossa).

Um século mais tarde, o romancista e jornalista inglês H.G. Wells publicou *Anticipations*. Sua obra, publicada em 1901, é reconhecida como a primeira pesquisa abrangente e amplamente lida de desenvolvimentos futuros. Ele reservou um dos capítulos para o tema da guerra, afirmando que os conflitos sofreriam alterações táticas devido às inovações tecnológicas (WAGAR, 1983, p. 25). Nos anos 1940, a Força Aérea dos EUA passou a antecipar prováveis ações de inimigos para preparar alternativas estratégicas. Quase 30 anos depois, o estrategista militar norte-americano Herman Khan considerou possíveis futuros cenários utilizando uma técnica a que ele se referia como ‘pensar o futuro agora’ (*future-now thinking*) (GRANCH, 2008). Alguns anos mais tarde, em 1965, o filósofo francês Bertrand de Jouvenel criou o termo “*futurible*” para designar um projeto patrocinado pela Fundação Ford onde eram desenvolvidos um leque de possíveis futuros:

Proponho aproveitar a oportunidade que me foi dada tão gentilmente, para lhe trazer algumas informações sobre um projeto, centrado em Paris e chamado *FUTURIBLES*. [...] Qual o propósito de produzir esses ensaios? Definitivamente, não é montar muitas profecias para serem verificadas contra ocorrências reais em uma data futura. O objetivo é gerar um hábito, o hábito de olhar para o futuro (JOUVENEL, 1965, p. 1, tradução nossa)<sup>7</sup>.

<sup>6</sup> Trindade da guerra, conceito formado por três tendências predominantes, que agem como forças no interior da guerra e que estão presentes em todas as guerras já empreendidas: a violência que funciona como o impulso para a luta contra o inimigo; o jogo do acaso e da probabilidade que permeia os combates e faz da guerra um fenômeno imprevisível e incalculável e, o elemento de subordinação, na qual a guerra é apenas um mero instrumento da política, através do Estado, para alcançar determinados propósitos (FEREZIN, 2013, p. 106).

<sup>7</sup> “I propose to avail myself of the opportunity which has been so kindly given to me, to bring you some information about a project, centered in Paris and called *FUTURIBLES*. [...] What is the purpose of

Sobre este aspecto, o chefe do Departamento do Conselho da Federação da Assembleia Federal da Rússia para Assuntos Internacionais, Andrey Baklanov afirma os questionamentos são o ponto de partida para se estabelecer um prognóstico mais acurado dos cenários prospectivos da guerra. Ele inicia indagando se é possível prever como será o desenvolvimento de armas no futuro e os gastos relacionados, bem como se haverá diferença entre os atuais e os próximos conflitos armados: “Em suma, para qual tipo de ‘guerra do futuro’ devemos nos preparar agora?” E conclui afirmando que, se for possível que essas questões sejam respondidas então será mais fácil construir “uma política de defesa prudente, unificar ‘organicamente’ o desenvolvimento de diferentes tipos de armas, determinar o tamanho ideal dos programas-alvo para o rearmamento e elaborar mecanismos adequados de interação com outros países estrangeiros, nos campos da política e militar (2013, n.p., tradução nossa)<sup>8</sup>.

Segundo Monteiro (2017), os conflitos caminham para se intensificar no futuro com características de uma Guerra de 4ª Geração (4GW)<sup>9</sup>, de geometria variável e ordenamento difuso, que passa não apenas a opor forças militares especializadas, mas conflitos assimétricos e combatentes irregulares. Nesse novo ambiente, destaca-se o papel das tecnologias da informação, incluindo a digitalização, robotização, automação, ciberguerra, armas de energia direta, lasers, pulsos eletromagnéticos e Inteligência Artificial (IA). Um mundo em que a guerra naval promete ser muito diferente e que conceitos como JAM-GC (*Joint Concept for Access and Maneuver in the Global Commons*)<sup>10</sup> surgem e são defendidos para dirigir operações no novo espaço de conflito. Uma guerra pós-humana, omnidimensional<sup>11</sup>, onde os conflitos ocorrerão em todas as dimensões do campo de batalha. Em um mundo onde a unipolaridade geopolítica cede espaço à multipolaridade, e Estados emergem como potências globais aumentando suas capacidades de projeção de poder, dominar estratégias associadas às tecnologias avançadas torna-se vital para o controle da escalada do conflito.

---

*producing these essays? It is definitely not to assemble a lot of prophecies to be checked against actual occurrences at some future date. The purpose is to generate a habit, the habit of forward-looking.*

<sup>8</sup> “In short, what kind of “war of the future” should we prepare for right now? If we answer these questions we’ll be able to build a prudent defense policy, organically link the development of different types of weapons, determine optimal sizes of target programs for rearmament, and work out adequate mechanisms for interaction with other countries in the foreign-policy and military fields”.

<sup>9</sup> O conceito de Guerra de 4ª Geração (Fourth Generation Warfare - 4GW), foi desenvolvido na abordagem de Lind (1989) nas quais os Estados se digladiam contra atores não estatais, caracterizando conflitos assimétricos, onde o Estado perde o monopólio sobre a guerra e suas Forças Armadas passam a combater oponentes não estatais, como insurgentes, terroristas, entre outros.

<sup>10</sup> JAM-GC (*Joint Concept for Access and Maneuver in the Global Commons*) é um conceito operacional desenvolvido pela *Center for Strategic and Budgetary Assessments* (CSBA) onde o teatro de operações é dominado por forças navais e aéreas além dos domínios do espaço e do ciberespaço. (HUTCHENS et al, 2007).

<sup>11</sup> Termo utilizado para designar a ocorrência de conflitos nas quatro dimensões do campo de batalha (DCB).

De acordo com Johnson (2014, p. 66, tradução nossa)<sup>12</sup>, avaliações recentes sobre o ambiente operativo do futuro enfatizam tendências visíveis no presente e as forças militares serão forçadas a se adaptar ao novo ambiente – ou terão que encarar a derrota: “algumas projeções (no passado), consideradas absurdas pelos contemporâneos, mostraram-se precisas no tempo”.

As novas tecnologias militares com supressão humana total ou parcial estão em rápido desenvolvimento. Algumas já estão sendo utilizadas no teatro de operações, outras prometem se tornar reais no futuro e mudar o *modus faciendi* da guerra no século XXI, segundo aponta Guerra:

As guerras do futuro, de difícil previsão, tenderão a ser influenciadas por uma enorme variedade de novas tecnologias. Estão em desenvolvimento, e a poucos passos do uso operacional, tecnologias surpreendentes como as de aumento do desempenho humano em combate, de construção de redes e sistemas resistentes às invasões cibernéticas, de controle do espectro eletromagnético e uso generalizado de agilidade de frequência, de navegação precisa em ambientes onde a utilização de sistemas tipo Global Positioning System (GPS) seja impossível, de sensores inteligentes, de mísseis de cruzeiro de altíssima velocidade, de armas de alta energia, de satélites e aeronaves fracionadas e configuráveis, e de veículos aéreos, terrestres, navais, submarinos e anfíbios remotamente controlados e de alto desempenho (2015, p.9).

A nova configuração nos armamentos e equipamentos militares traz em sua concepção uma evolução estratégica, tática e operacional do conflito. Para o contra-almirante da Marinha dos Estados Unidos, J.L. Shuford (2006), a criação de estratégias é uma tarefa muito mais complexa pois a distinção entre amigo e inimigo já não é tão clara. Essa complexidade diz respeito ao que alguns autores chamam de indivíduo com grande poder de decisão, que pode ser uma pessoa ou grupo capaz de infringir danos estratégicos a uma nação, com o uso de tecnologias avançadas. Segundo Baklanov (2017, n.p., tradução nossa)<sup>13</sup>, as prioridades em preparativos para uma ‘guerra do futuro’ estão mudando. “Nos próximos 15 a 20 anos, os países mais poderosos do mundo provavelmente vão concentrar seus esforços na “batalha para espaços”, altas latitudes dos hemisférios norte e sul e profundidades do mar”.

Diante de todas essas considerações, a presente pesquisa tem por principal objetivo analisar o impacto da tecnologia de última geração nos futuros possíveis das guerras navais nos próximos 30 anos, por meio de cenários metodologicamente elaborados sobre os

---

<sup>12</sup> “some projections, dismissed as absurd by contemporaries, proved accurate in time”.

<sup>13</sup> “in the next ten to fifteen years the sea shelf, sea depths and high latitudes will be attached more importance than outer space”.

enfrentamentos bélicos no ambiente marítimo permeados por inovações disruptivas. Assim sendo, os objetivos específicos do trabalho consistem em i) conhecer o novo paradigma tecnológico das inovações emergentes e disruptivas; ii) identificar os produtos tecnológicos militares e seus impactos na defesa; iii) mapear as principais incertezas e seus relacionamentos recíprocos e iv) descrever cenários prospectivos da guerra naval no futuro. O horizonte temporal foi definido por meio da conjugação de fundamentos de estudos e métodos desenvolvidos por especialistas nas áreas de sistemas informacionais e militar.

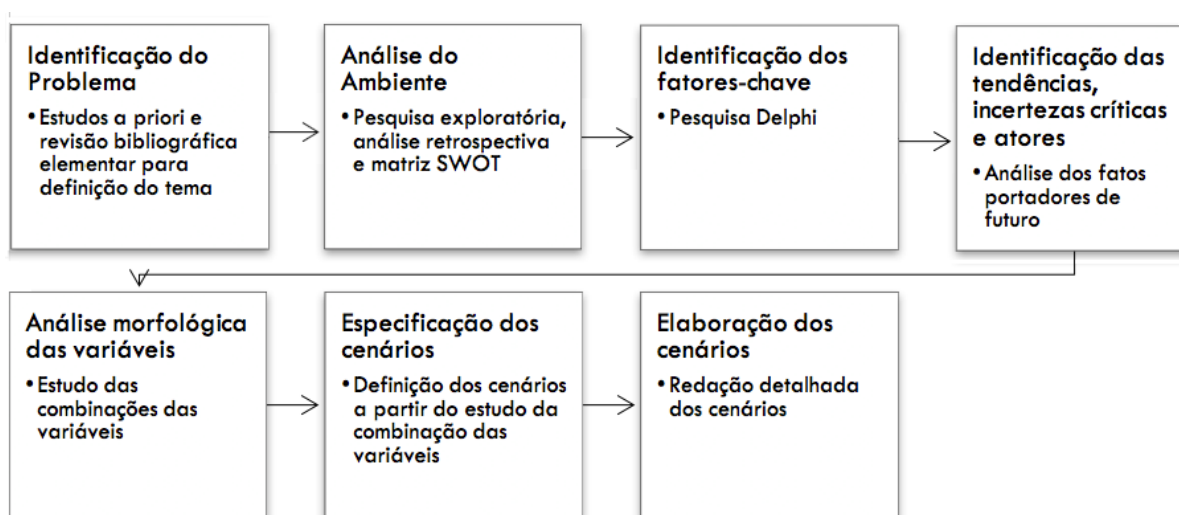
A fim de tornar mais padronizada e sistematizada a tarefa de se definir o período de análise para o planejamento estratégico, o cientista de sistemas Earl Joseph (*apud* SHILLITO; DE MARLE, 1992), categorizou o futuro em cinco horizontes de tempo: até um ano; de um a cinco anos; vinte anos; de vinte a cinquenta anos; e além dos cinquenta anos. Sob o aspecto tecnológico, Kott e Perconti (2008) explicam que as previsões de longo prazo para o setor militar são estimadas em um intervalo de 11 a 30 anos (com algumas exceções), devido ao longo período de tempo necessário para o desenvolvimento completo de alguns tipos de sistemas militares complexos e para que o programa de aquisição de defesa possa se preparar dentro dessa estimativa. Soma-se a estes critérios o fato de que a importância do estabelecimento de uma visão de longo prazo reside na necessidade da estratégia naval se alinhar às novas visões de futuro pois, como afirmou o Barão do Rio Branco: “navios e marinheiros não se improvisam” (PEREIRA, 2012, p. 219).

Para o desenvolvimento da pesquisa, optou-se como metodologia de abordagem os métodos qualitativo e indutivo por serem o que melhor se adequam ao estudo do objeto pesquisado: o método qualitativo, por se preocupar com os aspectos da realidade que não podem ser quantificados, centrando-se na explicação e dinâmica das relações sociais (MINAYO, 2001); e o método indutivo, por estabelecer que, por meio da observação criteriosa dos fenômenos concretos da realidade e das relações existentes entre eles, o pesquisador pode chegar a uma compreensão geral por meio da observação de certos casos particulares sobre o objeto (fenômeno/fato) observado (GERHARD, SILVEIRA, 2009). Neste caso, alinha-se com o processo de cenarização, também utilizado na pesquisa, que procura identificar fatos que possam demonstrar tendências para o estabelecimento de cenários prospectivos.

Como procedimento metodológico, foi realizada extensa pesquisa bibliográfica para revisão das obras consagradas nos meios militar, sociológico, tecnológico e de cenarização, de autoria de Carl von Clausewitz, Alfred Thayer Mahan, Collin Gray, Martin L. Van Creveld, Christopher Coker, Zygmund Bauman, Herman Khan, Michel Godet, Gaston Berger, Peter Schwartz, Elaine Marcial, Raul Grumbach, entre outros.

A fim de desenvolver os cenários da guerra naval do futuro, foram estudadas tendências das tecnologias nos novos conflitos militares, apontadas por entidades, especialistas da comunidade de defesa e órgãos de defesa de diferentes países, como o DoD (*Department of Defense*), DARPA (*Defense Advanced Research Projects Agency*), DIUx (*Defense Innovation Unit Experimental*), RAND Corporation, *America's Navy*, *Boston Dynamics*, DCDC (*Development, Concepts and Doctrine Centre's*), *Federation Council Committee on Foreign Affairs of Russia*, Ministério da Defesa da República Popular da China, IPEA (Instituto de Pesquisa Econômica e Aplicada), Ministério da Defesa do Brasil (MD) e Marinha do Brasil (MB). O levantamento bibliográfico também consistiu na busca em base de dados do Portal de Periódicos da CAPES/MEC, Plataforma *Envisioning*, *Oxford Journals*, *Sage Journals*, *JSTOR*, *Scientific Eletronic Library Online* (SciELO), EBSCO, entre outras. Para a elaboração dos cenários, além da pesquisa documental, utilizou-se arranjos metodológicos na estruturação de um modelo-síntese baseado nos métodos de Michel Godet, Peter Schwartz, Michel E. Porter e Raul Grumbach. Os métodos Delphi e Análise Morfológica foram aplicados a fim de se estabelecer o consenso entre civis e militares da comunidade de defesa sobre o impacto tecnológico na guerra naval do futuro. A Figura 1 resume esse caminho metodológico:

**Figura 1 – Fluxo metodológico**



Elaborado pela autora.

Para estudar essa gama de temas e os relacionamentos entre eles, a dissertação foi estruturada em quatro capítulos principais que contemplam os seguintes conteúdos: o capítulo 1 trata da análise dos conceitos referentes ao objetivo geral, como guerra, poder marítimo e

poder naval, estratégia naval, pós-humanismo e transhumanismo, tecnologias inovativas, evolutivas e disruptivas, guerra pós-humana e prospectiva e cenarização.

No capítulo 2, procurou-se examinar o uso da tecnologia disruptiva no emprego dos meios militares com foco em equipamentos pós-humanos que substituem o soldado convencional na guerra. Embora o emprego de robôs e máquinas autônomas nos conflitos armados suscitem questões éticas e necessitem de um olhar mais cuidadoso em relação a esse debate, o tema, no entanto, não foi abordado com profundidade por não se constituir objeto de estudo desta pesquisa. Contudo, por não ser possível dissociá-lo das questões que foram levantadas, é importante tecer algumas considerações.

Neste sentido, é relevante observar que a noção a respeito da natureza humana sempre permeou as ciências de um modo geral. Com as novas tecnologias que impulsionam o desenvolvimento simbiótico homem-máquina, ela ganhou contornos mais críticos e voltados, sobretudo, para a questão da dignidade. De igual modo, o uso de armamentos com decisões autônomas, como drones aéreos, eleva o debate sobre a ética para um novo nível. O apelo filosófico desta nova abordagem encaminha a questão para estabelecer a linha moral e ética que delimita o uso das novas tecnologias sem prejuízo para a humanidade, devendo, portanto, ser tratado com a responsabilidade.

Pensadores contemporâneos como Fukuyama (2003) têm um modo particular de enxergar essa nova era que pode vir a afetar nossas noções de direitos humanos. Suas questões abordam o entendimento do que é certo ou errado, do que é digno ou indigno. Para ele, o ser humano deve ser definido de maneira natural e não como algo modificado pela genética como consequência da biotecnologia. Por sua vez, Coker (2002) também tece críticas sobre essa transformação homem-máquina. Para ele, em um futuro pós-humano não haverá lugar para o guerreiro ideal. Nessa nova realidade, a tecnologia não será mais a extensão do guerreiro, mas a sua substituta, tornando-se “a dinâmica subjacente da guerra contemporânea [...] Já não são os seres humanos a medida da guerra, em vez disso, as máquinas estão ameaçando tornar os soldados redundantes, eméritos e aposentados antes de seu tempo” (p. 172, tradução nossa)<sup>14</sup>. Avançando na questão da subjetividade dessa transformação, o autor faz os seguintes questionamentos:

Até onde podemos tomar a relação simbiótica entre seres humanos e máquinas? Nossos cientistas militares já estão trabalhando em

---

<sup>14</sup>“*Technology has become ‘the underlying dynamic of contemporary war’ [...]. No longer are human beings the measure of war; instead, machines are threatening to make soldiers redundant, emeritus, and retired before their time*”.

esquemas para integrar pilotos em uma aeronave computadorizada que é capaz de ler suas ondas cerebrais e seguir seus movimentos oculares e, com base em ambos, determinar se eles estão aptos a pilotar um avião ou não. [...] Mas eles vão fazer isso ao custo de transformar os pilotos nas máquinas que estão voando? (COKER, 2002, p. 177, tradução nossa).

No capítulo 3, buscou-se identificar as tendências tecnológicas militares globais para o desenvolvimento de armas, veículos e equipamentos avançados. Verificou-se que o emprego de armas inteligentes tem se destacado na formulação de estratégias militares, ocupado tempo nos círculos científicos e despendido vultosos recursos de Estados com muito mais intensidade e importância nos últimos anos. Empresas públicas e privadas de pesquisa de projetos militares avançados, como a DARPA, agência ligada ao governo dos EUA, tentam suprir a demanda pelas tecnologias inovadoras que prometem revolucionar a guerra naval no futuro e conferir vantagem àqueles que as detiverem. Armas inovadoras com tecnologias disruptivas desenvolvidas por cientistas militares e civis podem se tornar comum nas próximas décadas e, inclusive, serem utilizadas por grupos não estatais. O futuro tecnológico das Forças Navais promete ser promissor em termos de novas armas facilitadoras. Robôs e drones aéreos e marítimos autônomos e embarcados com Inteligência Artificial, submarinos autônomos, ciborgues, computadores e satélites com criptografia quântica, nanorobôs de células de grafeno e exoesqueletos, prometem revolucionar os conflitos armados.

No capítulo 4, foram abordadas mais profundamente as metodologias de cenários e prospectiva estratégica com a finalidade de reforçar o entendimento e aumentar a compreensão sobre a importância dessas ferramentas para a elaboração do planejamento estratégico militar. Na sequência, descreveu-se o processo metodológico utilizado para a elaboração dos cenários prospectivos da guerra naval do futuro que são apresentados ao final deste capítulo. Para tanto, a análise dos estudos dos capítulos anteriores serviu como importante subsídio para a compreensão dos impactos dos avanços tecnológicos sobre os possíveis cenários prospectivos da guerra naval nos próximos 30 anos.

As atividades desenvolvidas no decorrer desta pesquisa possibilitaram atingir os objetivos definidos para o trabalho dissertativo. Observou-se, por meio da metodologia aplicada, que a sofisticação tecnológica militar tem crescido de tal forma desde o último século que a maneira como os conflitos têm se desenvolvido diante dessa nova realidade sugerem uma mudança no “modo de se fazer” a guerra.

Os resultados indicam que a guerra naval do futuro deverá ocorrer em um ambiente altamente tecnológico onde as tecnologias disruptivas de supressão ou redução humana no



ambiente operativo terão grande impacto. Destaca-se, nesse contexto, o aumento significativo da importância da cibersegurança e ciberdefesa e conclui-se que Estados com Forças Armadas equipadas com produtos tecnológicos de última geração terão destacada vantagem bélica sobre os demais.

Neste sentido, em cenários tão complexos resultantes de uma exponencial evolução das novas ameaças, faz-se necessário uma abordagem baseada em uma visão antecipada que resulte em um planejamento bélico não mais sustentado pelas características de conflitos passados, mas numa visão mais abrangente das possibilidades futuras impulsionadas pelo avanço da tecnologia (AZEVEDO; MOTA, 2012).

## 2 ANÁLISE DOS CONCEITOS

Koselleck (2006, p. 108) defende a necessidade do estudo dos conceitos e da variação dos seus significados como condição básica para o conhecimento histórico. Embora o conceito também esteja associado à palavra, ele é mais do que uma palavra: “Todo conceito se prende a uma palavra, mas nem toda palavra é um conceito social e político”. Além de possuírem inúmeros significados do ponto de vista histórico e social, soma-se o fato de que a semântica dos conceitos sofre mudanças com o decorrer dos tempos. Conforme mostra Grawitz (1975, p. 331, tradução nossa), o conceito “organiza a realidade conservando os caracteres distintivos e significativos dos fenômenos”<sup>15</sup>.

Com base nessas percepções, discutir a temática da guerra naval do futuro requer, como primeiro caminho a se tomar para um desenvolvimento consistente e significativo dessa pesquisa, estudar os principais termos e seus significados, para dessa forma, auxiliar na construção do pensamento com maior unicidade de ideias entre o autor e o leitor. A fim de atingir esse objetivo, neste capítulo, são apresentados os conceitos de guerra, Poder Marítimo e Poder Naval, Estratégia Naval, pós-humanismo e transhumanismo, tecnologia evolutiva, inovativa e disruptiva, guerra pós-humana e prospectiva e cenarização, conforme visto a seguir.

### 2.1 Guerra

Desde o tratado militar de Sun Tzu (2002, p.17) escrito no Século IV a.C, para quem “a guerra é de suprema importância para o Estado. É uma questão de vida ou de morte, o caminho para a sobrevivência ou para a ruína”, o mais emblemático conceito de guerra conhecido é o que foi articulado por um dos maiores especialistas em estratégias de batalhas, o general prussiano Karl von Clausewitz. Em seu livro “Da Guerra”, ou “Sobre a Guerra” (do alemão *Vom Kriege*) – o célebre tratado publicado originalmente em 1832 –, ele defende a conhecida máxima de que a guerra é a política por outros meios:

Vemos, pois, que a guerra não é somente um ato político, mas um verdadeiro elemento político, uma continuação das relações políticas, uma realização destas por outros meios. [...] a intenção política é o fim, enquanto a guerra é o meio, e não se pode conceber o meio independentemente do fim (CLAUSEWITZ, 1996, p. 26 e 29).

---

<sup>15</sup> *El concepto no es solamente una ayuda para percibir, sino una forma de concebir. Organiza la realidad conservando los caracteres distintivos y significativos de los fenómenos (GRAWITZ, 1975, p. 331).*

Para o teórico, a guerra é um meio subordinado ao aparato político. Sob seu prisma, a política é vista como um espaço de combate, forjada nas lutas e que se mantém por elas. Há, entretanto, uma dinâmica nessa reciprocidade e que, de certo modo, procura justificar-se. Além de considerar uma continuidade da política, Clausewitz infere que a guerra se veste de violência como meio político extremo, utilizado, em determinadas situações, para fazer o inimigo retroceder em relação aos seus objetivos iniciais: “A guerra é, pois, um ato de violência destinado a forçar o adversário a submeter-se à nossa vontade” (p.7).

Schmitt (2009), numa referência à Clausewitz, argumenta que essa perspectiva de formulação de guerra como continuação da política de forma violenta deve-se à tensão política manifestada pela confrontação direta entre amigo-inimigo<sup>16</sup> e a consequente eliminação física do inimigo. Para o filósofo e jurista alemão, “a guerra vem da hostilidade porque é a negação absoluta do inimigo” (p.33, tradução nossa)<sup>17</sup>. Ele considera também que o homem político é inerente ao Estado: “o conceito de Estado pressupõe o de político” (p. 19, tradução nossa)<sup>18</sup>, e que o critério básico do político é a distinção amigo-inimigo, pois esta é a condição necessária e suficiente para que a relação se torne política e possa enfrentar as diferenças que se apresentam a partir de uma situação extrema de confrontação: “a distinção especificamente política, à qual podem ser relacionadas as ações e os motivos políticos, é a diferenciação entre amigo e inimigo” (p.26, tradução nossa)<sup>19</sup>.

Para Morgenthau (1948, p. 25, tradução nossa)<sup>20</sup>, o *animus dominandi* (desejo humano pelo poder) é o que incentiva inevitavelmente o conflito entre indivíduos, gerando uma condição ao poder político: “A política é uma luta pelo poder sobre os homens”. Ele segue afirmando que se as pessoas desejam aproveitar um espaço político livre da intervenção ou do controle de estrangeiros, é necessário mobilizar seu poder e posicioná-lo estrategicamente para o alcance dessa finalidade. Os homens precisarão se organizar em um Estado capaz de defender seus interesses. Assim, sob seu ponto de vista, a luta entre Estados justifica o uso do poder nas relações humanas, gerando conflito e anarquia internacional (GASPAR, 2013, n.p.).

---

<sup>16</sup> Para Schmitt, o inimigo não precisa ser necessariamente considerado mal, podendo ser até visto como moralmente correto. Ele se caracteriza por ser “precisamente o outro, o desconhecido e, para sua essência, basta que ele seja, em sentido especialmente intenso, existencialmente algo diferente e desconhecido, de modo que em casos extremos, sejam possíveis conflitos com ele, os quais não podem ser decididos nem através de uma normalização geral empreendida antecipadamente, nem através da sentença de um terceiro ‘não envolvido’ e, destarte, ‘imparcial’” (SCHMITT, 2009, p. 28).

<sup>17</sup> “War follows from enmity. War is the existential negation of the enemy (SCHMITT, 2009, p.33”).

<sup>18</sup> “The concept of the state presupposes the concept of the political (SCHMITT, 2009, p.19”).

<sup>19</sup> “The specific political distinction to which political actions and motives can be reduced is that between friend and enemy (SCHMITT, 2009, p.26”).

<sup>20</sup> “politics is a struggle for power”

Rousseau (2011, p. 156) considerava que, para haver guerra, é necessário que exista o desejo incessante, pensado e explícito de destruição mútua “e todos os atos que dependem (dele), produzem entre os dois inimigos uma relação que chamamos guerra”. O filósofo e teórico político suíço esclarece que não se pode chamar de guerra o fato de existirem inimigos declarados que efetivamente não realizam um contra o outro nenhum ato ofensivo. A isto chama-se estado de guerra. A guerra, efetivamente, pressupõe uma ação agressiva de uma parte para com a outra. Ele alerta que “o estado de guerra que produz o relaxamento é mais perigoso que a própria guerra” (p. 157).

Foucault (2005, p. 22) faz uma releitura e reposiciona o aforismo clausewitziano “a guerra é a política por outros meios”, afirmando que: “a política é a guerra continuada por outros meios”. Para o filósofo francês, sendo a política o resultado de correlações de forças, não haveria a possibilidade de se pensar uma sociedade sem relações de poder em que a vida exista fora da política ou fora da guerra. Em seus ensaios, o filósofo se questionava se a guerra não poderia ser uma maneira de se analisar as relações de poder. Sendo assim, as teorias, vinculadas à preocupação de explicar o poder a partir do Estado, do direito, de sua legitimidade, limites e origem não permitiam compreender como as relações de poder eram exercidas efetivamente na sociedade. Baseando-se no princípio grego de *agonismo*<sup>21</sup> (combate), desenvolveu a noção de que as relações de poder eram tidas como combate e onde a política passaria a ser vista como um campo de batalhas incessantes.

A política como *agonismo* ganha outros adeptos e é revisitada por Hannah Arendt, (2001) que se encontra entre as principais referências desse debate. Para ela, a competição está no cerne do corpo político. Na Antiguidade, o sentimento de igualdade significava o pertencimento a esse corpo – o direito de viver entre pares ou seus iguais –, o que se dava na esfera pública. No entanto, o espírito que permeia essa esfera pública é acirradamente *agonístico*, marcado pela competição (da honra, da distinção). Cada cidadão procurava se destacar do outro por meio de conquistas e realizações e, não raro, pelo discurso (já que, para os gregos, a eloquência era uma forma de ação política por excelência).

Assim como Foucault (2005), ela subverte a lógica clausewitziana afirmando que “a guerra deixou de ser um meio da política e começa, na condição de guerra de extermínio, a romper os limites impostos à coisa política e, com isso, a se auto exterminar” (ARENDR, 2013, p.92).

---

<sup>21</sup> Fazia parte da arte da discussão oratória. No *agôn*, cada um defendia o seu ponto de vista com toda força retórica possível, num grande desdobramento de argumentos que, naturalmente, contribuía para esclarecer o seu pensamento ou a sua paixão (ROMILLY, 2008, p. 41).

Suas convicções foram obtidas pela contemplação do *zeitgeist*<sup>22</sup> em que vivia, pois presenciou as duas Guerras Mundiais, e de sua dedicação em entender como se davam as relações humanas numa sociedade envolta em conflitos. Levam-na, ainda, a questionar de forma mais veemente a utilização da violência na política pois esta, essencialmente, deveria preservar a vida e não a destruir:

Tem a política ainda algum sentido? Para pergunta sobre o sentido da política existe uma resposta tão simples e tão concludente em si que se poderia achar outras respostas dispensáveis por completo. Tal resposta seria: o sentido da política é a liberdade. Tem a política algum sentido ainda? O que está em jogo aqui não é apenas a liberdade, mas sim a vida, a continuidade da existência da Humanidade e talvez de toda a vida orgânica da Terra (ARENDDT, 2013, p. 39).

Para Schmitt (2009), a violência é inerente à política pois, conforme todas as teorias que considera “verdadeiras”, o homem é um ser “perigoso e dinâmico: todas as teorias políticas verdadeiras pressupõem o homem como ‘mau’, isto é, consideram-no como um ser que não é de forma alguma não-problemático, mas ao contrário, ‘perigoso’ e ‘dinâmico’” (p.61). De maneira geral, o conflito é o fundamento do político, pois é próprio da sociabilidade humana e atua de forma permanente. Assim, segundo o jurista, teorias autênticas do Estado e do político pressupõem o conflito como estrutura da condição do homem e a impossibilidade de mecanismos normativos para sua contenção.

A filosofia de Rousseau (2003, p. 47), em contraponto, tem como essência a crença de que o homem é bom naturalmente e que é nas contradições existentes quando se torna cidadão que se transforma em uma criatura má, sempre pronto a atormentar seus iguais devido a paixões que desconhece inteiramente: “não há uma inclinação natural no homem para que guerreie seus companheiros”. Ele defende idealisticamente que, no Estado Social, ou de Bem-Estar Social, o estado de guerra não pode ocorrer entre os indivíduos porque a vida de todos os cidadãos está sujeita ao poder do soberano e que, desta forma, ninguém pode lançar mão da própria vida ou da vida de outra pessoa. A guerra seria, então, um evento interestatal: “ao considerar os efeitos da guerra, o Soberano pratica o dano e é o Estado que vai sofrê-lo” (ROUSSEAU, 2011, p. 54).

---

<sup>22</sup>*Zeitgeist* é um termo alemão que significa ‘espírito da época’, ‘espírito do tempo’ ou ‘sinal dos tempos’. Refere-se, em suma, ao conjunto do clima intelectual e cultural do mundo, numa certa época, ou as características genéricas de um determinado período de tempo (WAGNER, 2014).

Norberto Bobbio (2003, p. 23), um crítico contumaz da guerra, afirma que “quando uma guerra explode, tudo se torna incerto. É incerto até mesmo se haverá um vencedor e um vencido”. O filósofo e pensador político italiano, desenvolveu suas reflexões levando em conta o impacto da mudança resultante das armas nucleares. O tema central de sua obra é a situação extrema “paz-guerra”, que historicamente molda as relações entre homens e Estados. Apesar de evocar a razão como a solução para as “trevas” na qual o mundo se encontrava, Bobbio, que se auto intitulava um iluminista pessimista, acreditava que não existiam certezas absolutas.

A ética pacifista de Bobbio diz que “a paz como antítese da guerra tem uma inspiração comum no ideal da não-violência” (BOBBIO, 1997, p. 13). O conceito de não-violência tem, para o autor, um significado, ao mesmo tempo, mais amplo e mais específico que o da “paz”. Enquanto a paz é definida basicamente como ausência de guerra, a não-violência consiste na “eliminação, ou ao menos, na máxima limitação possível da violência como meio para resolver os conflitos entre indivíduos e entre grupos, tanto no interior de um mesmo Estado como nas relações entre Estados” (BOBBIO, 2003, p. 39). O autor conceitua guerra a partir de três características: “a guerra é, (a) um conflito, (b) entre grupos políticos respectivamente independentes e considerados como tais, (c) cuja solução é confiada à violência organizada” (2003, p.142).

A guerra, para Tosi (2013, p. 336), “é fenômeno que acompanha a história da humanidade e, salvo no hipotético estado de natureza, sempre esteve sujeita a regras. Estas são racionais e visam a regular as manifestações belicistas do inconsciente irracional”. É um “conceito militar, político e jurídico” que sofre mudanças de acordo com o autor e a época. Segundo ele, as guerras podem ser classificadas de acordo com vários critérios: “quanto ao âmbito espacial podem ser: internacionais e internas (civis); quanto à intenção: ofensivas, defensivas, preventivas; segundo a justiça: justas e injustas; conforme o campo de operações: terrestre, aérea, marítima” (p. 339). Ele afirma que o estado da guerra se dá quando há luta armada por vontade dos Estados beligerantes.

Atualmente esse fenômeno ganha contornos dramáticos deixados por conta das famigeradas guerras ao terror e guerra preventiva. Não se trata mais do conflito clássico entre Estados soberanos ou de luta interna em determinado país, mas de complexo fenômeno bélico que envolve Estados com interesses inconfessáveis, facções internas e grupos terroristas (2013, p. 338).

Essa nova configuração das relações entre oponentes reconceituou a luta armada no âmbito do direito internacional, anteriormente travada quase que exclusivamente entre Estados. Tosi (2013, p. 338) esclarece que “o direito aplicável a esses conflitos armados internacionais é de natureza consuetudinária<sup>23</sup> e convencional” conforme consta nas Convenções e Genebra de 1949, além dos seus protocolos adicionais I e II de 1977.

Pela guerra se constituir hoje como ilícito internacional, a denominação “conflitos armados” é preferível à utilização do referido termo, como explica Celso Mello:

A guerra é um status jurídico que foi definido em uma evolução durante séculos. O conflito armado é uma noção humanitária que surge no século XX. Ele não rompe o status de Paz. [...] O Direito Humanitário é formado por normas que não podem ser transgredidas mesmo que os Estados não tenham ratificado os tratados (2004, p.1499).

Os conflitos ganharam novo *status*. A guerra total<sup>24</sup>, defendida por alguns oficiais militares, como os alemães Helmuth von Molke e Alfred von Schlieffen, nos idos de 1800, cai para o segundo plano nos Séculos XX e XXI. Com a maior frequência das situações de desequilíbrio existentes no ordenamento mundial na atualidade, o tema da guerra tem deixado de girar em torno quase que exclusivamente das forças convencionais, que tinham a possibilidade de se enfrentar em teatros operativos regionais ou globais, Estado contra Estado, passando a se caracterizar pelos denominados conflitos assimétricos onde desponta a guerra híbrida. Segundo o militar e analista americano Frank Hoffman, a guerra híbrida envolve um leque de diferentes modos de guerra:

Guerras Híbridas podem ser conduzidas por ambos os estados e uma variedade de atores não-estatais. As Guerras Híbridas incorporam uma variedade de diferentes modos de guerra, incluindo capacidades convencionais, táticas e formações irregulares, atos terroristas incluindo violência e coerção indiscriminadas e desordem criminal. Essas atividades multimodais podem ser conduzidas por unidades separadas, ou até pela mesma unidade, mas geralmente dirigidas e coordenadas operacional e taticamente dentro do espaço de batalha principal para obter efeitos sinérgicos (2007, p. 14, tradução nossa)<sup>25</sup>.

---

<sup>23</sup> Direito consuetudinário é o direito que surge dos costumes de uma certa sociedade, não passando por um processo formal de criação de leis.

<sup>24</sup> Os generais alemães defendiam a necessidade de implantação da ideia de guerra total, baseada no princípio da ofensiva e de grandes exércitos modernos que desmantelariam com facilidade o inimigo (SCHNEIDER, 1975). Segundo Morgenthau (2003, p.44), a guerra total “resultaria da destruição universal”.

<sup>25</sup> “Hybrid Wars can be conducted by both states and a variety of non- state actors. Hybrid Wars incorporate a range of different modes of warfare, including conventional capabilities, irregular tactics and formations,

Similarmente a Hoffman, Fernandes (2016, p. 13) entende que há numa mudança em curso e que “as últimas décadas têm trazido ao debate as alterações no caráter da guerra contemporânea”. Com a evolução das dinâmicas dos conflitos nas últimas décadas, as guerras atuais têm se revestido de uma complexidade progressiva: “envolvem o ator Estado confrontado ou em competição com o emergir de novos atores, num quadro de ameaças difusas e diversificadas e motivados por fatores étnicos, econômico-sociais e religiosos, entre outros” (p.15).

Outro conceito que amplifica o entendimento sobre a guerra é o de 4GW (*Fourth Generation Warfare* ou Guerra de 4ª Geração), estudado por Lind *et al* (1989), para o qual os Estados se digladiam contra atores não estatais, caracterizando os conflitos assimétricos, onde ator estatal perde o monopólio sobre a guerra e suas Forças Armadas passam a combater oponentes não estatais, como insurgentes, terroristas, entre outros. Após os atos terroristas desencadeados contra a cidade de Nova Iorque (EUA) em 11 de setembro de 2001, a contra-insurgência (COIN) vem se tornando tema constante nos círculos militares (ROSALES, 2014).

A mutação da guerra já havia sido referenciada por Clausewitz. Ele utilizou uma metáfora em que descreve que a guerra pode se comportar como um camaleão, alterando sua natureza<sup>26</sup> conforme o ambiente:

A guerra, portanto, não é apenas um verdadeiro camaleão, que modifica um pouco a sua natureza em cada caso concreto, mas é também, como fenômeno de conjunto e relativamente às tendências que nela predominam, uma fascinante trindade em que se encontra, primeiro que tudo, a violência original de seu elemento, o ódio e a animosidade. (CLAUSEWITZ, 1979, p. 89).

Na concepção de Clausewitz, “a guerra não é arte e nem ciência, é um fenômeno que pertence ao campo da existência social, e que, dependendo das condições, pode tomar formas radicalmente diferentes, modificando sua natureza em cada caso concreto” (BERMUDEZ, 2006, p.64).

---

*terrorist acts including indiscriminate violence and coercion, and criminal disorder. These multimodal activities can be conducted by separate units, or even by the same unit, but are generally operationally and tactically directed and coordinated within the main battlespace to achieve synergistic effects”.*

<sup>26</sup>A natureza da guerra baseia-se no uso, ou ameaça do uso, da força a fim de submeter um Estado à vontade dopositor da força (CLAUSEWITZ, 1979).



## 2.2 Poder Marítimo e Poder Naval

O mar sempre teve importância determinante no desenvolvimento global e no resultado das guerras ao longo da história. Sua relevância é tão expressiva que a maior parte das atividades humanas estão concentradas próximo à costa. Mesmo aquelas distantes da costa variavelmente dependem do mar como meio de fluxo de entrada e saída de pessoas e recursos. Entender o mar e seu poder nas relações internacionais entre Estados, portanto, é importante para a compreensão de sua influência nos conflitos bélicos.

O historiador militar suíço Lars Wedin (2015, p. 77), explica que “há várias maneiras de se descrever o mar”: para aqueles que não possuem ferramentas nem conhecimentos apropriados, ele se “constitui um obstáculo”, para outros, é o que “liga os continentes, os países, as culturas e os povos assim como as ideias, as indústrias e os mercados”. A fim de ressaltar a necessidade da deferência ao mar, Wedin cita uma frase que, segundo ele, teria sido atribuída erroneamente ao Cardeal Richelieu, um clérigo francês, nobre e estadista, que atuou como ministro-chefe do rei Luís XIII da França: “As lágrimas têm um gosto salgado para lembrar aos soberanos enfraquecidos, o mar que eles negligenciaram” (p. 77).

Um dos mais célebres estrategistas da história naval, o almirante Alfred Thayer Mahan, o fundador do pensamento estratégico moderno, influenciou as marinhas de todo o mundo com suas teses sobre supremacia naval e poderio naval (RIBEIRO, 2010). O seu livro “*The influence of sea power upon history 1660-1783*”, publicado em 1890, se tornou uma das mais importantes obras sobre os poderes marítimo e naval. Domingues (2009, p.227) afirma, entretanto, que Mahan nunca conceituou literalmente o Poder Naval. Em sua obra, o estrategista militar optou por descrever “as condições que garantiriam o poder naval de uma nação nos planos militar naval, político, estratégico e logístico, essencialmente”. Geoffrey Till (2005, p. 20, tradução nossa), compartilha do mesmo pensamento, afirmando que “talvez de maneira estranha, o próprio Mahan não define em palavra, ou palavras, o poder do mar de forma muito explícita, mesmo que ele próprio o tenha inventado”.<sup>27</sup>

Mahan via as marinhas como um poder político. Na elaboração de seu tratado sobre estratégia naval, descreveu os elementos essenciais que condicionavam o Poder Naval em seis tópicos-chave:

---

<sup>27</sup> “Perhaps oddly, Mahan himself does not define the word, or words, seapower very explicitly, even though he coined it himself”.

(1) posição geográfica; (2) a configuração do território, incluindo as suas riquezas naturais e clima; 3) a extensão do território; 4) o quantitativo populacional; 5) o carácter do povo; 6) o carácter do governo, incluindo as instituições (1980, p. 29-82, tradução nossa)<sup>28</sup>.

Essas condições propostas por Mahan, entretanto, foram complementadas por Wedin (2015, p. 117). Segundo ele, a elas falta o fator diplomático, que é “a aptidão de fazer com que outros atores aceitem a vontade do Estado considerado”.

Para Domingues (2009, p. 278), o conceito de Poder Naval em Mahan é muito mais um instrumento operativo do que uma definição e estaria entrelaçado ao Poder Marítimo, sendo aplicado à estratégia naval de forma “dinâmica, mais do que estática, porque no fundo subjaz-lhe um ordenamento político-estratégico que determina as condições em que a uma nação pode ou deve convir atuar nos termos propostos”.

Os conceitos de Poder Marítimo e Poder Naval parecem se confundir. Till (2009, p. 20, tradução nossa)<sup>29</sup> explica que essa ambiguidade é comum e, por vezes, prejudica a comunicação: “As pessoas usam as mesmas palavras, mas muitas vezes parecem significar algo diferente para elas. Outros usam palavras diferentes para descrever as mesmas coisas. Tudo é muito confuso e os analistas do *seapower* (poder marítimo) lamentam o fato”. Ele lista três razões para essa dificuldade: a primeira está relacionada à semântica do idioma; a segunda aos múltiplos significados da palavra poder; e a terceira, ao uso próprio que as pessoas fazem da palavra.

Carvalho (1994) procura estabelecer uma distinção de forma mais clara e objetiva:

O Poder Marítimo de um país corresponde aos elementos de seu Poder Nacional, ou Força Total, que contribuem para a realização dos seus interesses marítimos. Poder Marítimo tem também sido definido como a integração das manifestações do Poder Nacional que têm o mar como meio de atuação. [...] O Poder Naval, diz respeito à sua capacidade em unidades navais de superfície, sub-superfície e áreas orgânicas. Segundo o inglês Roskill<sup>30</sup>, as componentes do Poder Naval são: o Elemento da Força (instrumento de guerra) do qual depende o grau de controlo do mar de que um país é capaz; o Elemento de Segurança, constituído pelas bases e pontos de apoio navais; o Elemento de Transporte, das Marinhas de Guerra, complementadas pelas Marinhas civis (p.126).

<sup>28</sup> “General conditions affecting Sea Power: (I) geographical position; (II) physical conformation; (III) extent of territory; (IV) number of population; (V) national character; (VI) character and policy of governments.”

<sup>29</sup> “People use the same words but often seem to mean somewhat different things by them. Others use different words to describe the same things. It is all very confusing and is much lamented by analysts of seapower”.

<sup>30</sup> Stephen Wentworth Roskill foi um capitão e historiador oficial da Marinha Real britânica, tendo escrito diversos livros sobre estratégia marítima (COUGH, 2010).

O Poder Naval, portanto, visa à defesa dos interesses marítimos abrangidos pelo Poder Marítimo. São as capacidades militares das forças navais empregadas “nas conquistas das estratégias navais, no plano superior e no plano mais amplo da grande estratégia” (NAVAL WAR COLLEGE, 1982, p.8, tradução nossa)<sup>31</sup>.

Vianna Filho (1995, p.14, n.e. 2), explica que:

A expressão Poder Marítimo [...] (é) a capacidade resultante da integração dos recursos (materiais e intangíveis, como a consciência do valor do uso do mar, a vontade de fazer uso do mar) de que dispõe a Nação para a utilização das possibilidades oferecidas pelos oceanos e águas interiores, como instrumento de ação política e militar e como fator de desenvolvimento econômico e social. O Poder Naval é o componente militar do Poder Marítimo.

Seguindo a mesma concepção, Moura (2014, p. 29) afirma que “o Poder Naval é o instrumento militar do Estado habilitado a atuar nos espaços marítimos e nas águas interiores em prol de seus interesses, refletindo aspectos das Políticas Externa e de Defesa”, atuando em três áreas específicas:

a militar – precípua; a diplomática – que apoia a Política Externa; e a constabular – a que vai além da policial, abrangendo, além de atividades de exercício de soberania, outras também não militares nem diplomáticas, como busca e salvamento, auxílio a órgãos civis, apoio em desastres naturais etc.; é a área coberta pelas guardas costeiras, quando existem (MOURA, 2014, p. 29).

Ainda, segundo o autor, o Poder Naval contribui para o alcance dos objetivos estratégicos do Estado de quatro formas fundamentais: controle da área marítima; negação do uso do mar ao inimigo; projeção de poder e dissuasão. O conceito adotado pela Marinha Brasileira “consiste na transposição da influência do Poder Naval sobre áreas de interesse, terrestres ou marítimas, abrangendo desde a presença de forças até a realização de operações navais” (MOURA, 2014, p.33).

### 2.3 Estratégia Naval

A motivação da mobilização dos Estados em torno do Poder Naval se baseia em necessidades, interesses e objetivos com vistas à afirmação externa ou à expansão

---

<sup>31</sup> “*of achievements of naval strategies, upon de higher and the broader plane of grand strategy*”.

extraterritorial (NEVES, 2016). Ele explica que, nesse caminho desejado de domínio e influência, o Poder Naval é um fator multiplicador de forças que possui quatro funções conhecidas:

(i) assegurar o CONTROLE do MAR (e com ele a liberdade e segurança das comunicações marítimas; (ii) PROJETAR PODER (influenciando os acontecimentos em terra e explorando as fraquezas do Inimigo); (iii) PROTEGER, DEFENDER ou ATACAR a navegação comercial (e fazê-lo de forma direta ou indireta, acautelando interesses económicos e direitos soberanos); e (iv) POLICIAR E MANTER a boa ordem no mar (assegurando a liberdade de navegação e uma sua adequada governança) (NEVES, 2016, p. 4).

A importância dos mares como meio de guerra e influência tem crescido ao longo do tempo. Nessa evolução, a estratégia marítima configura-se como determinante para o desenvolvimento de elementos do Poder Marítimo, sendo, por sua vez, influenciada por aspectos econômicos, comerciais, energéticos, de defesa e política externa, entre outros. Enquanto a estratégia marítima regula todos os elementos do Poder Marítimo, a estratégia naval lida principalmente com um único elemento: o Poder Naval.

Etimologicamente, estratégia vem do grego *strategos* – o chefe militar, aquele que faz avançar o exército. Coutau-Bégarie (2011) explica que é em Atenas, na Grécia Antiga, que aparece pela primeira vez a função de estrategista. Os gregos elegiam dez *strategos* e um deles era escolhido como o chefe, mas todos podiam conduzir o exército. Duarte (2013, p.35), no entanto, defende que, na concepção moderna, o conceito deriva de ideias mais recentes: “É certo que a origem do termo é helênica, mas, modernamente, ela é obra do pensamento contemporâneo, germinando em finais do século XVIII, por volta da Revolução Francesa”.

O professor de Estudos Internacionais de Política e Estratégia na Universidade de Reading do Reino Unido, Colin Gray (2014, p. 30, tradução nossa)<sup>32</sup>, afirma que “Estratégias são teorias, o que equivale a dizer que são supostas explicações de como os efeitos desejados podem ser alcançados por causas selecionadas de ameaça e ação aplicadas em uma sequência particular”. Ele defende a importância do mar e de estratégias de controle do ambiente marinho para a expansão de poder das Nações e destaca que, assim como vários outros povos ao longo da história:

---

<sup>32</sup> “Strategies are theories, which is to say they are purported explanations of how desired effects can be achieved by selected causes of threat and action applied in a particular sequence.”

[...] os fenícios, os gregos e os romanos demonstraram muito claramente que o mar é uma estrada estratégica, um meio pelo qual um grupo de pessoas pode vir a dominar os assuntos de outros. [...] Os portugueses são um exemplo especialmente bom do que os gregos chamam de "talassocracia": um império fundado no domínio do mar. [...] A segurança do império (britânico, que o sucedeu), descansou em uma série de estratégias defensivas e ofensivas centradas no controle do mar” (TILL, 2005, p. 4-15, tradução nossa)<sup>33</sup>.

Há quase três mil anos, Tucídides<sup>34</sup> (1987, p. 11) já identificava a importância do mar na estratégia de domínio dos povos. Segundo ele: “assim eram as frotas dos Helenos, tanto as antigas quanto as recentes, e aqueles que se empenharam em construí-las adquiriam um poder considerável, seja pelas rendas obtidas graças a elas, seja pelo domínio sobre outros povos”.

Mahan absorveu esse entendimento. O almirante norte-americano era enfático na necessidade de impor a força para garantir o controle absoluto – o Comando do Mar, que era alcançado pela concentração e emprego da esquadra de combate na batalha decisiva. Ele sustentava que:

A estratégia naval tem, de fato, como fim, fundar, apoiar e aumentar, tanto na paz quanto na guerra, o poder marítimo de um país; portanto, seu estudo tem interesse e valor para todos os cidadãos de um país livre, mas especialmente para aqueles que são responsáveis por suas relações estrangeiras e militares (1980, p. 23)<sup>35</sup>.

Sua ideia basilar é a de que o Poder Naval termina sempre vencendo o Poder Terrestre e que a estratégia naval objetiva a criação, o favorecimento e amplificação, tanto na paz como na guerra, do Poder Naval de um país (WEDIN, 2015).

---

<sup>33</sup> *In Europe and the Near East, the Phoenicians, the Greeks and the Romans demonstrated all too clearly that the sea is a strategic high road, a medium by which one group of people can come to dominate the affairs of another. [...] The Portuguese are an especially good example of what the Greeks call a 'thalassocracy': an empire founded on mastery of the sea. [...] The security of the Empire then rested on a series of defensive and offensive strategies centred on controlling the sea”.*

<sup>34</sup> Tucídides, general de Atenas, ficou conhecido pela obra “A história da guerra do Peloponeso”, que durou vinte e sete anos (431 a 404 a.C.), e envolveu praticamente todo o mundo helênico e outras regiões mais remotas com as quais a Hélade (os povos do mundo grego antigo) mantinha relações. A morte impediu o autor de terminar a obra, interrompida no relato do vigésimo primeiro ano da conflagração (411/410 a.C.).

<sup>35</sup> *“Naval strategy has indeed for its end to found, support, and increase, as well in peace as in war, the sea power of a country; and therefore its study has an interest and value for all citizens of a free country, but especially for those who are charged with its foreign and military relations”.*

Corbett (2004, p. 91, tradução nossa)<sup>36</sup>, contemporâneo de Mahan, defendia que o objetivo da guerra marítima é o controle das linhas de comunicação (SLOCS, sigla em inglês) para “direta ou indiretamente proteger temporariamente o comando do mar, ou para impedir que o inimigo consiga-o”. Segundo ele, a estratégia naval é apenas uma parte da estratégia marítima, que são os princípios que regem a guerra, no qual o mar é o fator preponderante. No entanto, ele considera a estratégia marítima como papel subsidiário, pois acredita que raramente uma guerra é decidida no mar, devendo haver uma interdependência com a estratégia terrestre. Apreciador de Clausewitz, ao qual dedica a primeira parte do seu livro “*Some Principles of Maritime Strategy*” (2004) com revisão conceitual e a aplicação das teorias clausewitzianas ao cenário marítimo, o oficial do almirantado, geo-estrategista e historiador britânico considerava a guerra como extensão da política.

Segundo Wedin, as guerras travadas na terra e mar possuem estratégias e condições militares distintas. Ele afirma que as linhas de defesa não podem ser as mesmas nos dois ambientes operacionais:

a guerra naval recobre três dimensões (submarina, superfície e acima da superfície) enquanto a guerra terrestre recobre apenas duas. Enfim, não se pode ocupar o mar no senso militar do termo, não há linhas de uma frente de batalha (front) e as linhas de defesa não podem ser mantidas da mesma forma que em terra (2015, p. 79).

Sobre o conquistador terrestre e marítimo, Aron (2002, p. 272) afirma que o único princípio universal é que, “a longo prazo, o mais forte (o mais numeroso, o mais rico, o mais produtivo) termina vencendo”.

## 2.4 Pós-Humanismo e transhumanismo

O conceito de pós-humanismo é controverso. Em 1952, o escritor canadense Van Vogt sugeriu originalmente o termo pós-humano em sua novela *Slan*, de ficção científica, para designar uma outra raça criada pelo ser humano (RUDIGER, 2008). Com a evolução semiológica, o conceito tornou-se intrinsecamente associado ao de transhumanismo<sup>37</sup>.

---

<sup>36</sup> “*directly or indirectly either to secure the command of the sea or to prevent the enemy from securing it*”.

<sup>37</sup> O transhumanismo foi originalmente descrito por Max More em 1990, que defendia um processo infinito de superação dos limites humanos baseado na autotransformação, otimismo dinâmico, tecnologia inteligente, inteligência crescente, ordem espontânea, liberdade, prazer e longevidade (VILAÇA; DIAS, 2014).

O transhumanismo se debruça sobre todas as possibilidades de evolução da capacidade humana; o pós-humanismo é o momento da virada, de superação dessas capacidades. Dependendo da área de conhecimento, pode ser entendido de diversas formas, de condições metafísicas transcendentais até a incorporação física do homem pela máquina, numa simbiose tecnológica inexorável (DUTRA, 2011). Para fins desta pesquisa, será tratado este último sentido, onde a tecnologia converge com os organismos até o ponto de tornarem-se indistinguíveis.

É relativamente consensual que a era biotecnológica está cada vez mais se tornando realidade. Enquanto uns defendem que a condição pós-humana será o resultado promissor da biotecnologia, como a melhoria das capacidades mentais, corporais, morais e emocionais em um nível de eficiência ainda inimaginável, outros receiam que o seu eventual poder maléfico comprometa a natureza humana (VILAÇA; DIAS, 2014).

Robert Pepperell (1995) descreve três ideias que podem esclarecer seu significado geral. O primeiro sentido diz respeito ao marco que delimita o fim do período de desenvolvimento social conhecido como humanismo. Neste caso, o pós-humano vem a significar ‘depois do humanismo’. Em segundo lugar, o termo se relaciona ao próprio significado do que é ser humano. Hoje, isso não é mais pensado da mesma maneira em que anteriormente. Um terceiro sentido é o da transformação convergente do homem em máquina e vice-versa:

Os seres humanos há muito tempo imaginam que a capacidade de desenvolver e controlar a tecnologia era uma das características que definem nossa condição, algo que nos assegurou nossa superioridade em relação a outros animais e nosso status único no mundo. Ironicamente, esse senso de superioridade e singularidade está sendo desafiado pelas próprias tecnologias que estamos procurando criar [...]. Embora não existam máquinas ou sistemas que ainda possam ser considerados capazes de dominação global, argumentarei que a distinção entre humanos e máquinas está se tornando menos clara ao mesmo tempo em que se torna cada vez mais difícil imaginar como sobreviveríamos agora, sem ajudas mecânicas. (PEPPERELL, 1995, p.2, tradução nossa)<sup>38</sup>.

---

<sup>38</sup> “Humans have imagined for a long time that the ability to develop and control technology was one of the defining characteristics of our condition, something that assured us of our superiority over other animals and our unique status in the world. Ironically, this sense of superiority and uniqueness is being challenged by the very technologies we are now seeking to create [...]. While there are no machines or system that can yet be said to be capable of outright global domination, I will argue that the distinction between humans and machines is becoming less clear at the same time as it becomes increasingly hard to imagine how we would now survive without mechanical aids.”.

Para exemplificar, ele lista como tecnologias pós-humanas a realidade virtual (RV), comunicação global, prótese e nanotecnologia, redes neurais, algoritmos genéticos, manipulação genética e vida artificial. Todas essas criações devem representar uma nova era no desenvolvimento humano: a era pós-humana.

Em seu livro *“How We Became Posthuman”*, Katherine Hayles (1991) escreve sobre a luta entre diferentes versões do pós-humano, uma vez que o homem co-evoluiu continuamente ao lado de máquinas inteligentes. De acordo com algumas vertentes do pós-humanismo, essa co-evolução permite estender os entendimentos subjetivos da experiência real, que é a percepção de mundo e sua interação com o aspecto físico do humano, além dos limites da experiência corporificada.

“Post”, com sua dupla conotação de substituir o humano e vir depois dele, sugere que os dias do "humano" podem ser numerados. Alguns pesquisadores [...] acreditam que isso é verdade não apenas em um sentido intelectual geral que desloca uma definição de "humano" para outra, mas também em um sentido mais perturbadoramente literal que imagina os humanos deslocados como a forma dominante de vida no planeta por máquinas inteligentes (HAYLES, 1991, p. 283, tradução nossa)<sup>39</sup>.

A autora discute a tradução de corpos humanos em informação a fim de esclarecer como as fronteiras de nossa realidade incorporada foram comprometidas na era atual e como definições restritas de humanidade não se aplicam mais. Para ela, o pós-humanismo é caracterizado por uma perda de subjetividade baseada em limites corporais, pela transcendência da materialidade física do homem.

Quando a cibernética começou a ganhar espaço nos meios científicos, na década de 1940, cientistas da informação, como Norbert Wiener, John von Neumann e Claude Shannon, desenvolveram um modelo de funcionamento neural que mostrava como os neurônios funcionavam como sistemas de processamento de informação. A nova concepção mudou a maneira como o ser humano era visto, inaugurando uma nova era pós-humanista, ainda que incipiente.

O resultado desse empreendimento, de tirar o fôlego, foi nada menos que uma nova maneira de encarar os seres humanos. Daí em diante, os seres humanos deveriam ser vistos principalmente como entidades de

---

<sup>39</sup> *“Post,” with its dual connotation of superseding the human and coming after it, hints that the days of “the human” may be numbered. Some researchers [...] believe that this is true not only in a general intellectual sense that displaces one definition of “human” with another but also in a more disturbingly literal sense that envisions humans displaced as the dominant form of life on the planet by intelligent machines”.*



processamento de informações que são essencialmente similares a máquinas inteligentes (HAYLES, 1991, p.7, tradução nossa)<sup>40</sup>.

Nesse mesmo tempo, Alan Turing<sup>41</sup>, pioneiro na criação e desenvolvimento da IA, realizava pesquisas sobre o poder da computação com máquina, quando ainda os computadores nem existiam. Ele defendia que, apesar do grau de inteligência que as máquinas (ou qualquer derivação tecnológica) possam receber, o que diferencia os cérebros artificiais do ser humano é a consciência.

Pensar é uma função da alma imortal do homem. Deus deu uma alma imortal a todo homem e mulher, mas não a qualquer outro animal ou a máquinas. Por isso, nenhum animal ou máquina pode pensar. [...] a única maneira pela qual alguém poderia ter certeza de que a máquina pensa é ser a máquina e sentir-se pensando (TURING, 1950, p. 20-23, tradução nossa)<sup>42</sup>.

A capacidade cognitiva do ser humano é única no planeta. Descartes (2001, p. 37) a considerava como a prova da existência: “penso, logo existo” (*cogito, ergo sum*). Para Nick Bostrom (2018, p. 24), é graças à consciência que o homem deve sua posição dominante na Terra. São nossos cérebros os responsáveis pela complexa organização social e pelo acúmulo de avanços técnicos, econômicos e científicos que, para melhor ou pior, sustentam a civilização moderna. O filósofo, cientista e diretor do *Future of Humanity Institute*, da Universidade de Oxford, no Reino Unido, afirma que quando os cérebros artificiais superarem a inteligência humana, esta nova Superinteligência Artificial (SIA) se tornará muito poderosa. Ele acredita que o desenvolvimento de sistemas não só inteligentes, mas capazes de se aprimorar para elevar sua própria capacidade, são um risco à existência humana. Os avanços experimentados no campo da inteligência artificial levarão à criação de máquinas super capazes e indiferentes aos seres humanos. Para ele, formas dotadas de superinteligência

---

<sup>40</sup> “The result of this breathtaking enterprise was nothing less than a new way of looking at human beings. Henceforth, humans were to be seen primarily as information-processing entities who are essentially similar to intelligent machines”.

<sup>41</sup> Considerado o pai da ciência da computação, Turing concebeu uma máquina hipotética que pudesse realizar qualquer tipo de computação e, para isso, estabeleceu o conceito de algoritmo. Propôs o Teste de Turing, contribuindo para o debate sobre a consciência das máquinas e suas capacidades de pensar. Exímio criptógrafo, foi responsável por decodificar a máquina alemã de Enigma de criptografia de mensagens durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945) (AZAMBUJA, 2011).

<sup>42</sup> “Thinking is a function of man's immortal soul. God has given an immortal soul to every man and woman, but not to any other animal or to machines. Hence no animal or machine can think. [...] the only way by which one could be sure that machine thinks is to be the machine and to feel oneself thinking”.

artificial com estratégias particulares, e não necessariamente compreensíveis pelo homem, poderiam causar destruição física e caos social.

Se algum dia construirmos cérebros artificiais capazes de superar o cérebro humano em inteligência geral, então essa nova superinteligência poderia se tornar muito poderosa. E, assim como o destino dos gorilas depende hoje mais dos humanos que dos próprios gorilas, também o destino de nossa espécie dependeria das ações da superinteligência de máquina (BOSTROM, 2018, p. 17).

Raymond Kurzweil (2005), um dos gurus e profetas do pós-humanismo<sup>43</sup>, salienta que, devido à velocidade exponencial da taxa de progresso científico neste século, a humanidade chegará rapidamente à “singularidade”<sup>44</sup>. De acordo com esse conceito, emprestado da física, tecnologias de várias áreas evoluem cada vez mais aceleradamente, integrando-se e mudando rapidamente a realidade, numa explosão de inteligência, onde máquinas com capacidade inventiva seriam dotadas de auto aperfeiçoamento recursivo.

O que, então, é a singularidade? É um período futuro durante o qual o ritmo da mudança tecnológica será tão rápido, com um impacto tão profundo, que a vida humana será irreversivelmente transformada. Embora nem utópica nem distópica, esta época transformará os conceitos em que confiamos para dar sentido às nossas vidas, dos nossos modelos de negócios ao ciclo da vida humana, incluindo a própria morte. Compreender a Singularidade irá alterar a nossa perspectiva sobre o significado do nosso passado e as ramificações para o nosso futuro. Entender verdadeiramente isso, inerentemente, muda a visão da vida em geral e da própria vida em particular (KURZWELL, 2005, p. 25, tradução nossa)<sup>45</sup>.

Segundo o autor, é um fenômeno tão extremo que as equações matemáticas não são mais capazes de descrevê-lo, sendo praticamente impossível saber o que virá depois.

---

<sup>43</sup> Considerado na comunidade científica como gênio, foi pioneiro nos campos de reconhecimento ótico de caracteres, síntese de voz, reconhecimento de fala e teclados eletrônicos. Ele é autor de livros sobre saúde, inteligência artificial, transumanismo, singularidade tecnológica e futurologia. Lidera, no Google Inc. uma equipe especializada em Inteligência Artificial (AI, em inglês).

<sup>44</sup> “Singularity” is an English word meaning a unique event with, well, singular implications. The word was adopted by mathematicians to denote a value that transcends any finite limitation”. “Singularidade” é uma palavra inglesa que significa um evento único com implicações bem singulares. A palavra foi adotada pelos matemáticos para denotar um valor que transcende qualquer limitação finita (KURZWELL, 2005, p. 33, tradução nossa).

<sup>45</sup> “What, then, is the Singularity? It's a future period during which the pace of technological change will be so rapid, its impact so deep, that human life will be irreversibly transformed. Although neither utopian nor dystopian, this epoch will transform the concepts that we rely on to give meaning to our lives, from our business models to the cycle of human life, including death itself. Understanding the Singularity will alter our perspective on the significance of our past and the ramifications for our future. To truly understand it inherently changes one's view of life in general and one's own particular life.”

## 2.5 Tecnologia Evolutiva, Inovativa e Disruptiva

O termo tecnologia é normalmente associado a dispositivos físicos elétricos, eletrônicos ou digitais. Entretanto, o conceito abrange outras formas e noções. Uma das definições usuais refere-se à tecnologia como “aplicação do conhecimento científico ou outro conhecimento estruturado relacionado a ferramentas, técnicas, produtos, processos, métodos, sistemas e modos de organização para tarefas práticas”<sup>46</sup> (TERMIUM PLUS, 2016, n.p.). Existe “desde o início da história humana, antes mesmo de a ciência e a engenharia se estabelecerem formalmente na cultura e na sociedade” (BAOFU, 2009, p. 4, tradução nossa)<sup>47</sup>.

Vargas considera a tecnologia como:

a simbiose da técnica com a ciência moderna, consistindo também num conjunto de atividades humanas, associadas a um sistema de símbolos, instrumentos e máquinas visando a construção de obras e a fabricação de produtos, segundo teorias, métodos e processos da ciência moderna (1994, p.182).

A origem da palavra vem do grego *techné*, que consistia muito mais em alterar o mundo de forma prática do que compreendê-lo; e *logus*, que, neste contexto, pode ser entendido como conhecimento, fundamento ou estudo (KNELLER, 1978). Layton (2012, p. 370) distingue tecnologia de ciência: “O conhecimento tecnológico, isto é, o conhecimento de como fazer, criar e melhorar as coisas, não é o mesmo na forma e, às vezes, na substância, do que o conhecimento gerado pela ciência básica”<sup>48</sup>. Ele defende a tecnologia como um ramo que possui autonomia, não sendo subordinado à ciência, com investigação acadêmica e disciplinas universitárias próprias.

Rodrigues e Brasão (2013, p. 90) acreditam na complementaridade entre as duas. Eles afirmam que: “Na verdade, o conhecimento técnico e a experiência mais se complementam do que se opõe, e esse saber técnico é incompleto sem o insumo da experiência que, por sua vez, corrige seus equívocos e suas simplificações”.

---

<sup>46</sup> “*Application de connaissances scientifiques ou de toutes autres connaissances structurées – relatives à des outils, techniques, produits, processus, méthodes, modes d’organisation ou systèmes – à des tâches pratiques*”.

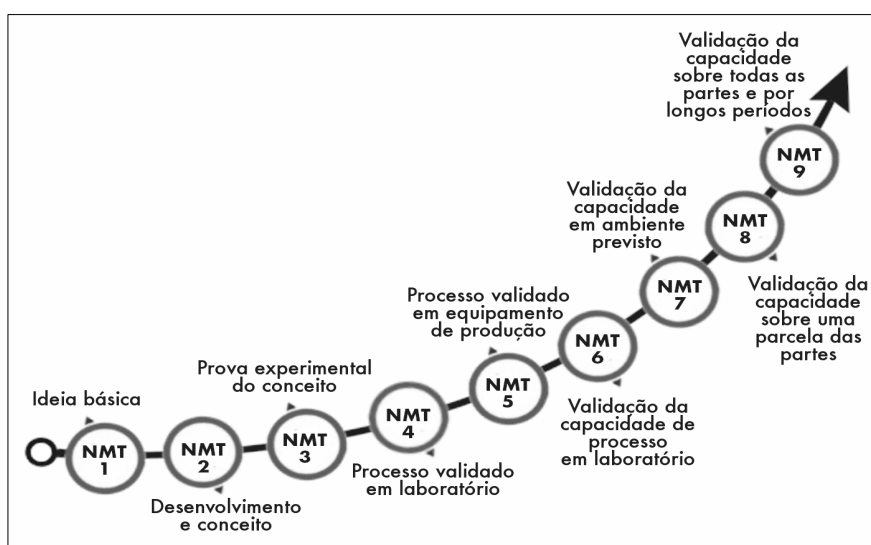
<sup>47</sup> “*since the start of human history, even before science and engineering became formally established in both culture and society.*”

<sup>48</sup> “*Technological knowledge, that is knowledge of how to do, make and improve things, is not the same in form, and sometimes in substance, as knowledge generated by basic science*”.

Como sufixo, a tecnologia também tem sido utilizada para identificar os progressos tecnológicos em diversos campos específicos do conhecimento humano. É o caso da biotecnologia, que significa “qualquer tecnologia que utilize sistemas biológicos, organismos vivos, ou seus derivados, para fabricar ou modificar produtos ou processos para utilização específica” (ONU, 1992, p. 2, tradução nossa)<sup>49</sup>.

De acordo com Velho et al (2017), as tecnologias necessitam passar por diversas etapas de evolução, desde o momento em que é criada ou conceitualizada até a sua plena operação. Só então estará pronta para uso ou comercialização. De acordo com os autores, a fim de compreender o estágio desse desenvolvimento tecnológico, a NASA (National Aeronautics and Space Administration) criou o Nível de Maturidade Tecnológica (NMT), um sistema métrico composto por nove níveis escaláveis que utiliza comparação de maturidade entre diferentes tipos de tecnologia (Figura 2). “Muitas vezes, um mesmo componente, para aplicações distintas, possui diferentes NMT”, explicam os autores.

**Figura 2 – Níveis de Maturidade Tecnológica**



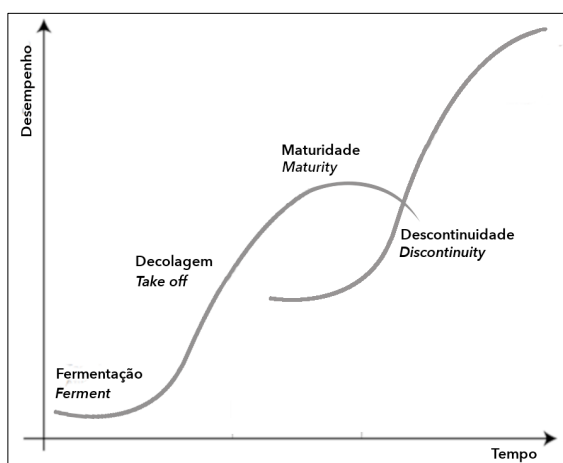
Fonte: Velho et al (2017). Elaborado pela autora.

Segundo Santos (2018, n.p.), as tecnologias podem ser segmentadas em dois tipos: evolutivas e inovativas: “As tecnologias evolutivas são aquelas que sofrem aperfeiçoamento da geração anterior [...] Já as tecnologias inovativas são aquelas que trazem mudanças”.

<sup>49</sup> “Biotechnologie: toute application technologique qui utilise des systèmes biologiques, des organismes vivants, ou des dérivés de ceux-ci, pour réaliser ou modifier des produits ou des procédés à usage spécifique”.

Um dos conceitos mais conhecidos em inovação é a Curva-S (Figura 3), que demonstra o ciclo de vida da tecnologia (DOGDSON; GANN, SALTER, 2008). Essa estrutura auxilia na determinação do nível de maturidade da indústria (ou do produto).

**Figura 3 – Curva-S**



Fonte: Dodgson, Gann e Salter (2008, p. 120)

Na primeira fase, da fermentação (*ferment*), o produto é completamente novo e um padrão dominante no mercado ainda não foi estabelecido. Nesta etapa são investidos grandes recursos em pesquisa e desenvolvimento. Na etapa seguinte, de decolagem (*take-off*), o produto é adotado inicialmente com grande taxa de aceleração, conseguindo atravessar o abismo, devido à capacidade de superar um obstáculo técnico importante ou de satisfazer uma demanda do mercado. Neste ponto, um projeto dominante foi já estabelecido. O mercado, então, passa por um rápido crescimento na produção, e o produto é rapidamente aceito pelo mercado. A fase de maturidade (*maturity*) indica que o produto foi adotado quase que completamente pela sociedade e, geralmente, se aproxima de um limite físico. Devido à forte concorrência, que é claramente definida neste estágio, a maior parte dos recursos são gastos na melhoria do processo de produção e as inovações são incrementais. Quando o produto entra na fase de descontinuidade (*discontinuity*), surge um novo ciclo de vida, geralmente considerado como uma disrupção. Como o produto chegou anteriormente ao topo da maturidade, há uma oportunidade para a entrada de um novo produto (DOGDSON; GANN, SALTER, 2008).

Rossetto (2006, apud VAZ et al, 2009) afirma que “a inovação não se resume a ter uma ideia nova, mas implantá-la e a viabilizá-la na prática”. Isto, na verdade, diferencia criatividade de inovação. Uma inovação tecnológica de produto/serviço ou processo só é

considerada implementada se tiver sido introduzida no mercado (inovação de produto), ou utilizada no processo de produção (inovação de processo) (OECD, 2006). A inovação combina necessidade social e demanda com proposta tecnológica e científica, transformando produto, processo e serviço para o mercado (CARON, 2006).

Santos (2018, n.p.) explica que: “Algumas tecnologias inovativas também são disruptivas e se destacam por serem capazes de provocar uma quebra nos processos, como as indústrias atuam ou como os consumidores se comportam”. Usada originalmente por Bower e Christensen (1995) no contexto organizacional, a tecnologia disruptiva, emergente ou transformacional é descrita como uma tecnologia que emerge de um nicho de mercado e se torna tão dominante que perturba o *status quo* desse mercado, provocando uma ruptura com padrões e modelos já estabelecidos. A disrupção “interrompe um evento, atividade ou processo causando uma perturbação ou problema”<sup>50</sup> (OXFORD, c2018, n.p., tradução nossa). O termo disruptivo significa descontinuidade e, por conseguinte, as novas tecnologias que podem ser utilizadas para combater guerras, substituindo e descontinuando eficazmente tecnologias anteriores, podem ser denominadas tecnologias disruptivas.

Segundo os autores, as tecnologias disruptivas normalmente oferecem um desempenho mais fraco do que as tecnologias estabelecidas, pelo menos nos primeiros anos. Entretanto, melhoram rapidamente a qualidade, substituindo as tecnologias antigas. O que torna a tecnologia disruptiva é que, antes que uma empresa que domine certa tecnologia perceba a mudança, a nova tecnologia invade o mercado estabelecido e torna a tecnologia dominante obsoleta. Bower e Christensen se inspiraram no conceito de “destruição criativa” cunhado pelo economista austríaco Joseph Schumpeter em 1939 para explicar os ciclos de negócios. Para Schumpeter, o capitalismo funciona em ciclos, e cada nova revolução (industrial ou tecnológica) destrói a anterior e toma seu mercado (SAMUELSON, 2014).

Bostrom (2018, p. 31) afirma que, “a maioria das tecnologias que nos próximos cinco ou dez anos terão um grande impacto no mundo já estão em uso de forma limitada”. Nos próximos quinze anos, as que remodelarão o mundo “provavelmente já existem em laboratórios na forma de protótipos”.

Há alguns anos, pesquisamos o que pensavam os maiores especialistas em IA do mundo. E uma das perguntas que fizemos foi: “Em qual ano você acha que haverá 50% de probabilidade de termos conseguido a inteligência de máquinas com nível humano?” Definimos o nível humano como a habilidade de realizar quase toda tarefa pelo menos tão bem quanto um

---

<sup>50</sup> “Interrupt (an event, activity, or process) by causing a disturbance or problem”.

adulto humano. Então, nível humano real, não apenas em alguma área limitada. E a resposta foi em média 2040 ou 2050, dependendo do grupo de especialistas consultado. Poderá acontecer muito mais tarde ou mais cedo, a verdade é que ninguém sabe (BOSTROM, 2015, p. 8).

Christensen e Bower (1995) também propõem que, para que a nova tecnologia disruptiva seja viável, ela deve se transformar em uma “tecnologia de sustentação”. A tecnologia de sustentação é duplicável e mais barata do que seu protótipo inicial no ambiente comercial. No entanto, este termo foi desenvolvido em referência à economia e aos mercados.

Em relação ao conceito e aplicação militar, Keefe (2007, p. 2, tradução nossa)<sup>51</sup> define tecnologia disruptiva como “uma inovação que força o avanço na segurança ou degrada a segurança atual em relação a mudanças nos fatores geopolíticos, militares, econômicos ou de coesão social”. Em concordância com Christensen e Bower, ele afirma que as tecnologias disruptivas, não substituem a tecnologia atual inicialmente, mas acaba ocorrendo inexoravelmente com profundos impactos em pouco tempo: “A introdução e o avanço de uma nova tecnologia singular podem deslocar, danificar ou eliminar segmentos industriais inteiros em um período muito curto de tempo” (p.3, tradução nossa)<sup>52</sup>. A aceleração do desenvolvimento da tecnologia, com impacto direto nas tecnologias disruptivas, vem criando, ao longo da história, uma curva com características hiperbólicas.

Essa celeridade tecnológica foi descrita por Gordon Moore<sup>53</sup> em 1965, co-fundador da Intel, que afirmava que a quantidade dos transistores dentro de um chip de silício dobraria a cada 18 meses, tornando os dispositivos menores, mais rápidos e mais baratos. Blank (2018) explica, no entanto, que os primeiros circuitos integrados tinham cerca de 10 transistores e que, hoje, os chips de silício mais complexos têm cerca de 10 bilhões. Considerada há mais de 40 anos como preceito pelos cientistas para o compasso do avanço tecnológico, a Lei de Moore, no entanto, já se encontra em fase de superação. Ela resistiu por cinco décadas até que restrições físicas passaram a impedir o aumento do acúmulo de transistores em chips cada vez menores (KISH, 2002).

---

<sup>51</sup> *“an innovation that forces the advancement in security or degrades current security as related to changes in geopolitical, military, economic or social cohesion factors”.*

<sup>52</sup> *“The introduction and advancement of a singular new technology can displace, damage, or eliminate entire industry segments in a very short period of time”.*

<sup>53</sup> *“Quando Moore fez essa observação, os chips de memória mais densos abrigavam apenas mil bits de informação. Hoje, têm cerca de 20 bilhões de transistores. Para expressar de outra maneira, o iPad 2 [...] (que cabe no colo de qualquer pessoa, tinha mais poder de computação que o mais poderoso supercomputador do planeta nos anos 80, um aparelho chamado Cray 2, que tinha mais ou menos o tamanho de uma máquina de lavar roupa industrial” (MARKOF, 2016, n.p.).*

O avanço tecnológico exponencial é uma das questões críticas da Defesa. Ao longo dos anos, a tecnologia tem sido um diferencial nas estratégias militares. Da descoberta da pólvora pelos chineses no Século X e seu primeiro uso militar em 1232 na batalha de Kai-Keng entre a China e a Mongólia (PARÉ, 2012) ao emprego de balões como veículos aéreos não tripulados (VANT) pela Áustria em 1849<sup>54</sup> (PECHORROMÁN; VEIGA, 2016) e sua versão atualizada, os drones – utilizados em primeira mão na Operação Liberdade Duradoura (*Operation Enduring Freedom*) no Afeganistão em outubro de 2001 pelos Estados Unidos da América (EUA) como resposta ao ataque de 11 de setembro – a tecnologia, aliada à estratégia, pode ser um diferencial de sucesso no campo de batalha (RAND, 2005). À medida que se olha para o futuro, percebe-se que a ruptura tecnológica irá se acentuar e marcar novas eras e revoluções na história da humanidade e da Defesa.

## 2.6 Guerra pós-humana

Christopher Coker (2002) estabeleceu uma nova compreensão da guerra, ao inserir relevantes implicações da tecnologia pós-humana no domínio militar. Para o autor, a guerra tornou-se uma competição entre tecnologias rivais que estariam levando a humanidade para a guerra pós-humana (*posthuman war*). Essas tecnologias, cada vez mais presentes, como inteligência artificial, nanotecnologia e engenharia genética, por exemplo, possuem potencial de obter grande destaque na transformação do conflito ao colaborarem com a redução da presença do ser humano no teatro de operações.

Pois estamos prestes a entrar em uma era radicalmente diferente à qual alguns deram o termo pós-humano. Como termo, muitas vezes é usado para significar “após o humanismo” e referir-se ao fato de que nossa própria visão do que constitui um ser humano está passando por uma profunda transformação” (COKER, 2002, p. 171)<sup>55</sup>.

O autor afirma que o futuro da guerra estará irrevogavelmente ligado a máquinas que pensarão pelos seres humanos e que a nossa própria visão do que constitui um ser humano

---

<sup>54</sup> “O primeiro emprego conhecido de veículos aéreos não tripulados (VANT) ocorreu em 22 de agosto de 1849 quando o exército austríaco atacou a cidade de Veneza usando balões carregados de explosivos” (PECHORROMÁN; VEIGA, 2016, p. 7),

<sup>55</sup> “We now stand on the cusp of posthuman history, an entirely new era in which the possibilities of our unfinished humanity still remain to be explored. [...] For we are about to enter a radically different age to which some have given the term posthuman. As a term it is often used to mean “after humanism” and “to refer to the act that our won view of what constitutes a human being is now undergoing a profound transformation”.



está passando por uma radical mutação. À medida que a guerra acelera, os soldados terão de tomar decisões cada vez mais rápidas e, para isso, o uso de robôs equipados com inteligência artificial, destituídos de sensações humanas, será o diferencial no conflito. Na guerra pós-humana, não haverá lugar para “sentimentos, escolhas, emoções”:

Os computadores também podem transformar a nossa compreensão da natureza da guerra de outras formas. No futuro próximo, a guerra não pode mais ser uma fonte de sentimentos, escolhas ou emoções. O guerreiro-técnico talvez não experimente a interação de coragem, medo e resistência que é a marca do indivíduo. A realidade digital requer uma conformidade absoluta, requer as mesmas telas e teclados. Modelos, linguagem codificada e operação mental. Como resultado, a tecnologia da informação está padronizando a guerra. Oferece poucas possibilidades para diferentes percepções culturais e muito pouco para a individualidade de qualquer tipo. A criatividade é excedente ao requisito. Todo mundo tem que jogar pelas mesmas regras. (COKER, 2002, p 174, tradução nossa)<sup>56</sup>.

Com sua crítica às transformações resultantes dessa guerra pós-humana, Coker (2002) enfatiza que, no futuro, não haverá lugar para o guerreiro ideal. Suas ideias, no entanto, trazem uma abordagem de transformação metamórfica do soldado, numa simbiose homem-máquina. E ele vai mais além: a tecnologia não será a extensão do guerreiro, mas a sua substituta: “A tecnologia tornou-se a dinâmica subjacente da guerra contemporânea [...] Já não são os seres humanos a medida da guerra, em vez disso, as máquinas estão ameaçando tornar os soldados redundantes, eméritos e aposentados antes de seu tempo (p. 172, tradução nossa)<sup>57</sup>. Ele avança na questão da subjetividade dessa transformação:

Até onde podemos tomar a relação simbiótica entre seres humanos e máquinas? Nossos cientistas militares já estão trabalhando em esquemas para integrar pilotos em uma aeronave computadorizada que é capaz de ler suas ondas cerebrais e seguir seus movimentos oculares e, com base em ambos, determinar se eles estão aptos a pilotar um avião ou não. [...] Mas

---

<sup>56</sup> “Computers may transform our understanding of the nature of war in other ways as well. In the near future, war may no longer be a source of feelings, choices, or emotions. The warrior-technician may no longer experience the interplay of courage, fear, and endurance that is the mark of the individual. Digital reality requires absolute conformity. It requires the same screens and keyboards, models, coded language, and mental operation. As a result, information technology is standardizing war. It offers little scope for different cultural perceptions and very little for individuality of any kind. Creativity is surplus to requirement. Everyone has to play by the same rules”.

<sup>57</sup> “Technology has become ‘the underlying dynamic of contemporary war’ [...]. No longer are human beings the measure of war; instead, machines are threatening to make soldiers redundant, emeritus, and retired before their time”.

eles vão fazer isso ao custo de transformar os pilotos nas máquinas que estão voando? (COKER, 2002, p. 177, tradução nossa).<sup>58</sup>

Ao citar Alvin e Heidi Toffler, Yuen defende que as novas tecnologias possuem um caráter não tanto crítico, mas de preservação da vida humana em um conflito bélico, devendo ser utilizadas para substituir o soldado convencional no campo de batalha: “um dos principais objetivos no desenvolvimento de novos armamentos deveria ser a redução ou total eliminação do risco humano. Simplificando, as armas ou equipamentos em perigo devem – na medida do possível – não ser tripulados” (1991, n.p., apud TOFFLER; TOFFLER, 1993, p. 127)<sup>59</sup>.

Qiao Liang e Wang Xiangsui (1999, p. 6) também argumentam sobre as implicações das inovações da ciência na transformação da face da guerra, que, para eles, está se tornando indistinta com uma relativa redução na violência militar e aumento na violência tecnológica. Apesar dessas transformações, eles afirmam que a natureza da guerra<sup>60</sup>, tal qual Clausewitz conceituou, é mantida: “independentemente da forma que a violência assuma, guerra é guerra e uma mudança na aparência externa não impede que nenhuma guerra respeite aos princípios da guerra”<sup>61</sup>.

Hoje, uma infinidade de novas e avançadas armas de tecnologia continua a fluir, de modo que armas tornaram-se solenemente o principal representante da guerra. Quando as pessoas discutem a guerra futura, elas já estão acostumadas a usar certas armas ou certas tecnologias para descrevê-lo, chamando-a de "guerra eletrônica", "guerra de armas de precisão" e "guerra de informação". Ao longo de sua órbita mental, as pessoas ainda não perceberam que um certo inconspícuo ainda uma mudança muito importante está se aproximando furtivamente (p.15).

O relatório sobre tecnologias militares do Congresso Norte-Americano publicado em 2018 aborda, no entanto, as implicações da tecnologia na alteração da natureza da guerra:

---

<sup>58</sup> *“How far can we take the symbiotic relationship between human beings and machines? Our military scientists are already working on schemes to integrate pilots into a computerized aircraft that is capable of reading their brain waves and following their eye movements and, on the basis of both, determining whether they are fit to fly a plane or not. [...] But will they do so at the cost of transforming pilots into the machines they are flying?”*.

<sup>59</sup> *“One of the foremost objectives in the development of new weaponry should be the reduction or total elimination of human risk. Put simply, weapons or equipment in harm's way should - to the extent possible - be unmanned”*.

<sup>60</sup> *“A guerra, portanto, é um ato de violência para obrigar nosso oponente a cumprir nossa vontade”* (CLAUSEWITZ, 1996, p.94).

<sup>61</sup> *“However, regardless of the form the violence takes, war is war, and a change in the external appearance does not keep any war from abiding by the principles of war”*.

A lógica da robótica e sistemas autônomos (RAS) e inteligência artificial (AI) tem o potencial de mudar a natureza da guerra. O RAS oferece a possibilidade de uma ampla gama de plataformas - não apenas sistemas de armas - que podem realizar tarefas “maçantes, perigosas e sujas” - reduzindo potencialmente os riscos para soldados e fuzileiros navais e possivelmente resultando em uma geração de sistemas terrestres menos caros (CONGRESSIONAL RESEARCH SERVICE, 2018, n.p., tradução nossa)<sup>62</sup>.

A guerra pós-humana vem, no contexto pós-moderno<sup>63</sup>, alterar as relações do homem com sua espécie, ao inaugurar um novo sentido de domínio pelo poder, não mais subjugando o outro pelo simples emprego da força, mas pela capacidade tecnológica. “Quando nós lutarmos na próxima guerra, descobriremos que, em vez de humanizá-la, embarcamos em um caminho muito diferente - o da guerra pós-humana?, questiona Coker (2000, p. 84, tradução nossa)<sup>64</sup>.

## 2.7 Prospectiva e Cenarização

A primeira pesquisa abrangente e amplamente lida sobre o futuro foi publicada em 1901 pelo romancista e jornalista inglês H. G. Wells. A obra “*Anticipations of the Reaction of Mechanical and Scientific Progress upon Human Life and Thought*”, ou simplesmente *Anticipations*, foi posteriormente reconhecida pelo alto grau de precisão das previsões com que o autor descreveu o futuro da sociologia, transporte, política, guerra e questões ontológicas, inaugurando os estudos de prospectiva estratégica, ou estudos futuros (WAGAR, 1983, p. 25).

Entretanto, somente meio século mais tarde, na década de 1950, o filósofo francês Gaston Berger deu um sentido metodológico ao estudo de futuros lançando o conceito de prospectiva (MARCIAL; GRUMBACH, 2006). Ele sustentava que era preciso adotar uma atitude proativa orientada para o futuro na elaboração do planejamento estratégico: “antes de ser um método ou uma disciplina, a prospectiva é uma atitude [...] não é simplesmente dirigir a atenção para outro lugar, mas sim preparar-se para agir” (BERGER, 2004, p 311). Segundo

---

<sup>62</sup> “*The nexus of robotics and autonomous systems (RAS) and artificial intelligence (AI) has the potential to change the nature of warfare. RAS offers the possibility of a wide range of platforms—not just weapon systems—that can perform “dull, dangerous, and dirty” tasks— potentially reducing the risks to soldiers and Marines and possibly resulting in a generation of less expensive ground systems.*”

<sup>63</sup> O pós-modernismo é um movimento que surgiu como reação cultural e estética ao modernismo, com ênfase na tecnologia (LYOTARD, 1986).

<sup>64</sup> “*When we fight the next war will we discover that instead of humanising it we have embarked on a very different road - that of post-human warfare*”?

o autor, a visão prospectiva leva o gestor a olhar para o futuro para, então, tomar a decisão de construí-lo a partir do presente. Berger sustentava que, ainda que atinja um certo grau de certeza, o objetivo da prospectiva não é prever o futuro, pois não se atém a eventos e sim situações. Para ele, no entanto, a atitude é fundamental, pois é preciso “querer olhar” (p. 313).

Com o decorrer dos anos, os estudos prospectivos foram obtendo reconhecimento nos meios corporativos e acadêmicos, assumindo nomes variados. Schenatto et al (2011) ressaltam que não há um consenso quanto a utilização de um termo que seja único e específico. Para eles, terminologias têm sido utilizadas de maneira indeterminada apresentando conotações e aplicações notadamente diferentes. Sugerem, assim, a adoção da expressão ‘estudos do futuro’, ou *future studies*, por considerarem que, desta forma, é possível englobar todas as abordagens e metodologias científicas relacionadas. Astigarraga (2016), afirma que, além do termo “estudos prospectivos” (*prospective studies*), também são utilizados “*foresight*” e “*forecast*”.

Skumanich e Silbernagel defendem que, apesar de *foresight* e *forecast* possuírem a mesma finalidade, são distintos no instrumental metodológico. Enquanto o primeiro termo parte da premissa de que o futuro não pode ser determinado analiticamente, o segundo possui uma conotação mais próxima da predição.

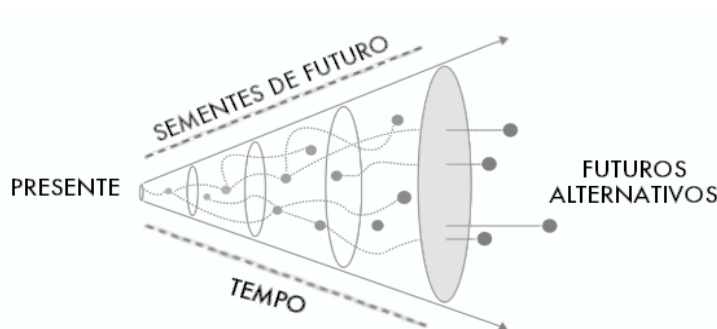
Embora tanto *foresighting* quanto *forecasting* envolvam a tentativa de estimar as condições futuras baseadas no presente, o segundo termo inclui, também, a conotação de previsibilidade; à medida que os métodos se aprimoram, *forecasting* deve se tornar cada vez mais preciso na estimativa de estados futuros. Em contraste, um tema recorrente em *foresighting* é que muitos aspectos relacionados ao futuro não são previsíveis e, portanto, a “precisão” torna-se um conceito menos relevante (1997, p. 7).

Sobre *future studies* e *foresight*, Porter (1991) explica que os termos estariam mais correlacionados à opinião de especialistas, enquanto *forecast* fundamenta-se em técnicas quantitativas, como o *technological forecasting*. Este último, entretanto, designa atividades de prospecção que têm foco nas mudanças tecnológicas, considerando, por exemplo, fatores como a dependência de rupturas científicas básicas, limites físicos da taxa de desenvolvimento, maturidade da ciência e aplicações da tecnologia, oportunidades para se apropriar de avanços tecnológicos, entre outros.

O diretor da seção colombiana do Projeto Millenium<sup>65</sup>, Francisco José Mojica, explica o perfil coletivo da prospectiva ao afirmar que: “na teoria prospectiva, o futuro não é construído pelo homem individual, mas pelo homem coletivo que são os ‘atores sociais’” (1999, p.6, tradução nossa)<sup>66</sup>. Ele afirma que as tendências, estudadas na prospectiva, são resultados das estratégias implantadas por esses atores.

Na sua origem, a palavra prospectiva é derivada do verbo em latim *prospicere* ou *prospectare*, que significa “ver com mais acuidade e distante aquilo que está por vir, discernir algo que está à nossa frente”. Neste sentido, igualmente adotado por Berger (2004), prospectar é “ver adiante no tempo” (CONCHEIRO apud ÓRTEGON, 2006), como em um cone de futuros (Figura 4).

**Figura 4 – Cone de futuros**



Fonte: Elaborado pela autora.

Desde os oráculos antigos, a humanidade busca antecipar acontecimentos. Conhecer o futuro é uma curiosidade inata do ser humano (BROAD, 2007), apesar de ser múltiplo e incerto, conforme afirma Godet (1993). Entretanto, apesar de as metodologias prospectivas se dedicarem à identificação de sementes de futuro (ou possibilidades), a certeza de que o evento se dará na sua exatidão é um exercício meramente especulativo. Como expressou Paul Válerly (1945, p. 149, tradução nossa), “o futuro não é o que costuma ser”<sup>67</sup>.

Em um mundo cada vez mais globalizado, repleto de rupturas de tendência, o planejamento a longo prazo tem se tornado um desafio para Estados e organizações públicas e privadas. Estudos prospectivos se apresentam como um instrumento para reduzir as incertezas

<sup>65</sup> O Projeto Millennium (Millennium Project) é uma iniciativa da Organização das Nações Unidas (ONU) para a construção de um sistema de inteligência coletiva global para melhorar as perspectivas da humanidade na construção de um futuro melhor (THE MILLENNIUM PROJECT, c2017).

<sup>66</sup> “En la teoría Prospectiva, el futuro no lo construye el hombre individual, sino el hombre colectivo que son los “Actores Sociales.”

<sup>67</sup> “L’avenir est comme le reste: il n’est plus ce qu’il était”.

desse ambiente complexo, pois oferecem orientações para a construção de estratégias que iluminem as ações presentes à luz de futuros possíveis (GODET, 2000).

Junto com a análise prospectiva, a cenarização, que é o método de construção de cenários de futuro, oferece maior vantagem sobre outras estratégias quando a incerteza é alta e os relacionamentos históricos são instáveis, conforme explica Brando et al (2018). Segundo ele, os modelos tradicionais de previsão, como séries temporais e econométricos, apresentam um desempenho não satisfatório, já que se concentram apenas em dados históricos. A análise de cenário é ideal para situações em que o futuro provavelmente será afetado por eventos que não têm precedentes históricos. Brando explica que muitos eventos que sem dúvida afetarão os negócios nos próximos anos não são discerníveis apenas pela manipulação de dados históricos.

O termo “cenários” foi utilizado originalmente por Herman Kahn na década de 1950, quando trabalhava na RAND Corporation, empresa de consultoria de planejamento do Ministério da Defesa dos EUA. A metodologia, entretanto, só foi estruturada quando ele fundou o Hudson Institute na década de 1960. Como um dos pioneiros na aplicação de cenários para identificar as variáveis que influenciariam o planejamento de longo prazo, Kahn teve um papel fundamental na elaboração do método (PERDIGÃO; HERLINGER; WHITE, 2012).

O uso de cenários prospectivos foi obtendo cada vez mais adeptos no decorrer do tempo. Segundo Schwartz (2000), um entusiasta do método, cenários prospectivos são utilizados para análise do futuro cujos resultados, elaborados em forma de narrativa sobre acontecimentos plausíveis, servem de subsídio para o planejamento de longo prazo. O objetivo não é prever o futuro, mas iluminar e direcionar a tomada de decisões. São construídos de forma a ressaltar riscos e oportunidades inerentes às estratégias, enriquecendo, assim, o processo de planejamento. Na sua elaboração, utilizam-se diversas técnicas, que são escolhidas conforme a finalidade do estudo.

Cenários são uma ferramenta para nos ajudar a adotar uma visão de longo prazo num mundo de grande incerteza. O nome deriva do termo teatral cenário, constituindo-se num roteiro para uma peça de teatro ou filme. Cenários são histórias sobre a forma que o mundo pode assumir amanhã, histórias capazes de nos ajudar a reconhecer as mudanças de nosso ambiente e a nos adaptar a elas (p.15).

A análise de cenários tornou-se, desta forma, uma ferramenta essencial para gerenciar riscos e desenvolver planos estratégicos robustos diante de um futuro que se mostra extremamente incerto. Ao estudar as variáveis carregadas de riscos, surpresas e

imprevisibilidades, os cenários prospectivos, utilizados na estratégia prospectiva, antecipa a visão de futuros alternativos plausíveis possibilitando a adoção de medidas para reduzir as incertezas e contribuir com a elaboração de planejamentos estratégicos de longo prazo.

A análise dos conceitos realizada neste capítulo tem por objetivo promover o entendimento sobre a complexidade narrativa desta pesquisa. Adicionalmente, procurou-se produzir uma linearidade da compreensão de seus significados ao reduzir as diferenças polissêmicas, ampliar a clareza na interpretação e construir um consenso cognitivo. Neste propósito, serve de ponto de partida para a observação dos assuntos que são apresentados a seguir, auxiliando na construção do pensamento com maior unicidade de ideias sobre a temática da guerra naval do futuro.

### 3 NOVO PARADIGMA TECNOLÓGICO

“A força mais dramática a definir o destino do homem é a sua tecnologia”. A frase de Philip Kotler (1980, p. 71) reverbera na atualidade com um tom determinístico. O mundo navega em uma onda de descobertas que têm transformado a paisagem tecnológica de maneira exponencial e modificado aceleradamente a história da humanidade. O passado é algo distante para um futuro que se mostra revolucionário.

Este capítulo aborda exemplos dessa tecnologia que está transformando profundamente o desenvolvimento de materiais e sistemas bélicos, com prováveis impactos na guerra naval do futuro, tais como: Inteligência artificial (IA), robótica, veículos autônomos, fabricação aditiva (impressão 3D), nanotecnologia, biotecnologia, ciência dos materiais, armazenamento de energia e computação quântica, entre outras.

A fim de construir um panorama mais amplo, as primeiras considerações tratadas abordam o processo evolutivo da tecnologia no contexto histórico das revoluções industriais com destaque para a importância dos conflitos armados nesse avanço tecnológico. Posteriormente à breve narrativa histórica, particulariza-se as inovações que estão em fase de estudos iniciais ou que já estão sendo utilizadas na fabricação da tecnologia militar.

Com foco neste contexto de avanço tecnológico, autores como Christopher Coker (2000; 2002), Barnes e Jentsch (2010) e Springer (2013), entre outros, analisam o fato de que o aumento do conhecimento científico tem favorecido as condições para que essas tecnologias se tornem rapidamente mais tangíveis e acessíveis, contribuindo para as transformações significativas no campo militar com a substituição do soldado convencional por ativos robóticos e alternativas tecnológicas. Sob esta perspectiva, Schwab (2016) afirma que a próxima revolução promete a convergência de tecnologias físicas, digitais e biológicas numa profusão de evoluções tecnológicas e inovações disruptivas nunca vista antes. A velocidade, a amplitude e a profundidade desta revolução está forçando a humanidade a repensar o que significa ser humano. A Quarta Revolução Industrial, como a denomina, “alterará profundamente a maneira como vivemos, trabalhamos e nos relacionamos [...] e é diferente de tudo o que a humanidade já experimentou antes” (p. 7).

Mas nem sempre foi nesse ritmo. A Primeira Revolução Industrial aconteceu de forma lenta. No início do século XVIII, começaram a surgir morosamente na Inglaterra invenções que mudariam aos poucos o modo de produção da época. Algumas décadas foram necessárias para que algo inovador surgisse. Foi então que, em 1785, Edmund Cartwright criou o primeiro tear a vapor, tornando a máquina um marco na passagem da manufatura para o



sistema fabril ao substituir a energia humana e animal pela mecânica (O'BRIEN, 1997). Mais de meio século depois, em 1850, a Inglaterra contabilizava 250 mil teares mecânicos, centralizando os meios de produção (DATHEIN, 2003).

Na segunda metade do século XIX, a Segunda Revolução Industrial começou a se consolidar, seguindo os padrões do ritmo evolutivo da primeira. Com o desenvolvimento do refino dos hidrocarbonetos e o florescimento das indústrias química, elétrica e do petróleo, o carvão foi sendo paulatinamente substituído nas indústrias (DATHEIN, 2003). O avanço da industrialização permitiu também o desenvolvimento de tecnologias militares. Segundo Allitt (2014), foi durante a Primeira Guerra Mundial (1914-1918) que o resultado desse processo produtivo se fez presente nos conflitos armados:

[...] pela primeira vez, várias das grandes potências industriais do mundo confrontaram-se com exércitos mecanizados e armas de longo alcance de alta potência e bem manufaturadas, inaugurando uma guerra mundial mais letal do que qualquer outra nos longos anais do conflito humano.[...] Aeronaves, gás venenoso, metralhadoras, artilharia de longo alcance, navios de combate de metal, tanques e arame farpado eram todos produtos industriais; estavam todos sujeitos à produção em massa; e todos se mostraram letais. O desenvolvimento da Primeira Guerra Mundial foi a demonstração mais clara possível do preço da industrialização (ALLITT, 2014, p. 208, tradução nossa).<sup>68</sup>

A produtividade global entrou em um ritmo ascendente, principalmente por causa das grandes guerras mundiais, abrindo caminho para uma nova revolução tecnológica. Além dos avanços na tecnologia militar, começaram a surgir novas criações também para fins civis que trouxeram ganhos de eficiência, como a eletricidade e o telefone. Na virada do Século XX, o carro a combustível fóssil se tornava realidade pelas mãos de Henry Ford e suas linhas de montagem de automação fragmentada. (DATHEIN, 2003).

Avanços na fotografia, reprodução de documentos, reprodução sonora e televisão deram passos rápidos nos anos 1940, durante a Segunda Guerra Mundial e durante a Guerra Fria, onde possíveis aplicações militares

---

<sup>68</sup> “for the first time, several of the world's great industrial power confronted each other with mechanized armies and high-powered, well manufactured long-range weapons, inaugurating a world war more lethal than any in the long annals of human conflict. [...] Aircraft, poison gas, machine guns, long-range artillery, metal fighting ships, tanks, and barbed wire were all industrial products; were all subject to mass production; and had all proved lethal. The buildup to World War I was the clearest possible demonstration of the price of industrialization”.

trouxeram agências governamentais e corporações para pesquisa e desenvolvimento (ALLITT, 2014, p. 232, tradução nossa).<sup>69</sup>

Após a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), já se sentia os efeitos da Terceira Revolução Industrial que surgia para mudar, mais uma vez, a história. A partir de avanços tecnológicos e científicos da eletrônica e da informática na produção industrial, a nova transformação se distinguia consideravelmente do antigo modelo, conforme afirma Toffler:

Essas novas indústrias diferiam acentuadamente de suas predecessoras em vários aspectos: não eram mais primordialmente eletromecânicas e não mais se baseavam na ciência clássica da Segunda Onda<sup>70</sup>. Em vez disso, surgiram avanços aceleradores numa mistura de disciplinas científicas que ainda tão recentemente como 25 anos antes eram rudimentares ou mesmo inexistentes – eletrônica do quantum, informática, biologia molecular, oceânica, nucleônica, ecologia e as ciências espaciais (1989, p. 146).

A velocidade é o componente crítico de sucesso da Terceira Revolução Industrial (ou Informacional), segundo especialistas. Allit (2014, p. 230, tradução nossa)<sup>71</sup> destaca que: “hoje, temos computadores que podem calcular, em um segundo, problemas matemáticos que anteriormente levariam centenas de vidas”. O nível tecnológico avançado permitiu o desenvolvimento de inúmeras inovações em que a informação passou a ser a matéria prima, potencializada pela velocidade de transmissão de dados em tempo real. Invenções como o microprocessador, a fibra ótica e o computador pessoal fornecem a base desse novo período conhecido como a Era da Informação. Allit (2014, p. 230, tradução nossa)<sup>72</sup> explica que a tecnologia da comunicação passou a permear toda a atividade humana, introduzindo o novo paradigma informacional onde a convergência tecnológica em um sistema integrado baseado em redes é sua marca central: “alguns sociólogos argumentam que agora estamos vivendo em uma sociedade pós-industrial”. Castells (2005, p. 18) a denomina “sociedade em rede”, onde “as redes de comunicação digital são a coluna vertebral”.

<sup>69</sup> “Advances in photography, document reproduction, sound reproduction, and television all made rapid strides in the 1940s, during World War II, and throughout the Cold War, where possible military applications brought both government agencies and corporations into research and development”.

<sup>70</sup> Diferentemente da divisão tradicional das Revoluções Industriais, e apesar da marcação temporal não coincidir com a comumente utilizada pelos historiadores, Alvin Toffler designa as revoluções como ondas. Segundo o autor, a primeira onda que invadiu a terra foi agrícola; a segunda, industrial; e a terceira, que vivenciamos atualmente, tecnológica. Para ele, o que diferencia uma onda da outra é um sistema diferente de gerar riqueza, onde a forma de produção é acompanhada de profundas mudanças sociais, culturais, políticas, filosóficas etc.

<sup>71</sup> “Today, we have computers that can calculate in one second mathematical problems that would formerly have taken hundreds of lifetimes”.

<sup>72</sup> “Some sociologists argue that we are now living in a ‘postindustrial society’”.

A Internet é o símbolo dessa revolução. Concebida no meio acadêmico e militar com o nome ARPANET (*Advanced Research Projects Agency Network*), nos anos 1960, no período da Guerra Fria (1945-1991), foi pouco a pouco sendo disponibilizada para a sociedade civil. Facilitada pelos protocolos TCP/IP, que estabelecem as regras para comunicações entre computadores, a rede mundial de computadores tornou-se disponível mais amplamente em 1989 com a criação da Web por Tim Berners-Lee. Pesquisador sênior do Laboratório de Ciência da Computação e Inteligência Artificial do MIT (PASSARELLI, 2008), Berners-Lee desenvolveu inicialmente o modelo como uma ferramenta que permitia aos cientistas compartilhar informações. Com o advento dos computadores pessoais (*personal computers*), o acesso à Internet foi facilitado para uma gama cada vez maior de indivíduos de vários setores da sociedade. Segundo a Internet World Stats (2018), a rede somava cerca de 4,2 bilhões de usuários em julho de 2018.

Baseada na tecnologia digital, a Terceira Revolução Industrial se apresenta diferente de todas as outras: não é centralizada, é distribuída. E a Internet, a autoestrada da informação, foi a grande catalizadora dessa transformação. No ciberespaço, esse novo ambiente onde tecnologias da informação e comunicação impulsionadas pela web assumem um papel de vanguarda, a conexão é o novo *status quo* da sociedade: “as relações virtuais [...] estabelecem o padrão que orienta todos os outros relacionamentos” (BAUMAN, 2004, p. 13).

A digitalização e a virtualização proporcionadas pela Terceira Revolução Industrial possibilitaram a geração de uma nova perspectiva tecnológica evolutiva que já está em andamento e que já é conhecida como a Quarta Revolução Industrial. Essa revolução promete mudanças significativas no planejamento das capacidades de Defesa e meios militares pois, segundo Schwab (2016), afetará a proporção do conflito. O autor assinala que a Quarta revolução Industrial é ao mesmo tempo um aprimoramento de sua antecessora e um salto disruptivo, com uma capacidade de criar tecnologias em escala global que afetarão a todos. Ele reconhece, entretanto, que “ainda precisamos entender totalmente a velocidade e a amplitude dessa nova revolução” (p.7, tradução nossa)<sup>73</sup>. As tecnologias emergentes e as inovações em geral estão sendo difundidas muito mais ampla e velozmente do que as anteriores por meio de uma mudança sistemática e profunda. Para exemplificar essa diferença, Schwab explica que:

17% da população mundial, cerca de 1,3 bilhão de pessoas ainda não têm acesso à eletricidade (ícone da Segunda Revolução Industrial). Isso também

---

<sup>73</sup> “We have yet to grasp fully the speed and breadth of this new revolution”.

é válido para a Terceira Revolução Industrial, já que mais da metade da população mundial, 4 bilhões de pessoas, vive em países em desenvolvimento sem acesso à internet. O tear mecanizado (a marca da primeira revolução industrial) levou quase 120 anos para se espalhar fora da Europa (SCHWAB, 2016, p. 12, tradução nossa)<sup>74</sup>.

De igual modo, os disruptores da Quarta Revolução conquistam rapidamente espaço nessa nova realidade, de maneira nunca antes observada:

Airbnb, Uber, Alibaba e afins – que hoje já são nomes bem familiares, eram relativamente desconhecidos há poucos anos. O onipresente iPhone foi lançado em 2007. Mas, no final de 2015, já existiam cerca de 2 bilhões de smartphones. Em 2010, o Google anunciou seu primeiro carro totalmente autônomo. Esses veículos podem rapidamente se tornar uma realidade comum nas ruas (SCHWAB, 2016, p. 14, tradução nossa)<sup>75</sup>.

Para o autor, além da velocidade e amplitude, outra característica que a distingue das outras é a convergência entre os domínios físicos, digitais e biológicos. Ribeiro (2016, n.p., tradução nossa)<sup>76</sup> compartilha desse mesmo entendimento, afirmando que a Quarta Revolução Industrial é “fruto da convergência da robótica, nanotecnologia, biotecnologia, inteligência artificial, tecnologias de informação e comunicação e outras”. Musitano (2012) entende que, com essa nova realidade, a sociedade tecnológica está ascendendo ao seu mais alto grau de desenvolvimento desde a descoberta do fogo – a primeira energia usada de forma intencional pelo homem paleolítico, há mais de 800 mil anos.

Schwab (2016) denominou as inovações da Quarta Revolução Industrial como “megatendências tecnológicas” e classificou-as com base em uma pesquisa realizada pelo Fórum Econômico Mundial (WEF, em inglês), do qual é fundador. A seleção feita por ele se baseia no critério da convergência dos três domínios: “Todos os três estão profundamente inter-relacionados e as várias tecnologias se beneficiam mutuamente com base nas

---

<sup>74</sup> “17% of the world as nearly 1.3 billion people still lack access [...]. This is also true for the third industrial revolution, with more than half of the world’s population, 4 billion people, most of whom live in the developing world, lacking internet access. The spindle (the hallmark of the first industrial revolution) took almost 120 years to spread outside of Europe. By contrast, the internet permeated across the globe in less than a decade”.

<sup>75</sup> “Airbnb, Uber, Alibaba and the like – now household names - were relatively unknown just a few years ago. The ubiquitous iPhone was first launched in 2007. Yet there were as many as 2 billion smart phones at the end of 2015. In 2010 Google announced its first fully autonomous car. Such vehicles could soon become a widespread reality on the road”.

<sup>76</sup> “resultado de la convergencia de robótica, nanotecnología, biotecnología, tecnologías de información y comunicación, inteligencia artificial y otras”.

descobertas e no progresso de cada uma delas” (p. 19, tradução nossa)<sup>77</sup>. No domínio físico, ele destaca quatro principais manifestações das megatendências, que são perceptíveis devido à sua natureza tangível: veículos autônomos, impressora 3D, robótica avançada e novos materiais. O domínio digital diz respeito à Internet das Coisas (IoT, em inglês), com foco nas plataformas digitais que conectam pessoas, produtos e serviços. Na categoria biológica, o autor enfatiza principalmente as inovações no campo da genética, como os avanços no sequenciamento genético com possibilidades de xenotransplantes<sup>78</sup> e recriação de órgãos. No entanto ele destaca que o ambiente digital é o condutor principal dessa nova revolução:

Todas as inovações e tecnologias têm uma característica em comum: elas aproveitam a capacidade de disseminação da digitalização e da tecnologia da informação. Todas as inovações descritas [...] são possíveis e recebem o reforço da capacidade digital. O sequenciamento genético, por exemplo, não seria possível sem os avanços ocorridos na análise de dados e na capacidade de processamento. Da mesma forma, não existiriam robôs avançados sem a inteligência artificial, que por si só, depende em grande parte da capacidade de processamento (SCHWAB, 2016, p. 19).

Com base em uma pesquisa com mais de 800 líderes setoriais, Schwab destaca 21 pontos de inflexão (momento onde a tecnologia alcança massa crítica suficiente para se disseminar pela sociedade e causar impactos) que já estão em curso. Os resultados fazem parte do relatório *“Deep Shift - Technology tipping points and societal impact”* publicado em novembro de 2015, pelo *World Economic Forum* (WEC), que analisa a amplitude e a profundidade do progresso tecnológico. “Invenções vistas anteriormente apenas em ficção científica, como Inteligência Artificial, dispositivos conectados e impressão 3D, irão nos permitir conectar e inventar de maneiras que nunca tivemos antes” (WORLD ECONOMIC FORUM, 2015, p. 3). O documento estima que, em 2025, cerca de 80% da população do planeta estejam conectadas à Internet. O acesso à rede de computadores passará a ser um direito básico da sociedade, assim como o acesso à água potável. A Tabela 1 mostra o momento em que os entrevistados esperam os pontos de inflexão ocorram.

Segundo o relatório do WEC, já em 2021, o primeiro farmacêutico robótico estará interagindo com clientes; em 2022, o mundo poderá usufruir do primeiro carro impresso em 3D; o primeiro celular implantável e a primeira arrecadação de impostos por meio de *blockchain* acontecerão em 2023 e, em 2024, será feito o primeiro transplante de fígado

<sup>77</sup> “All three are deeply interrelated and the various technologies benefit from each other based on the discoveries and progress each makes”.

<sup>78</sup> Xenotransplante é a denominação dada ao transplante de órgãos entre diferentes espécies, inclusive entre animais e seres humanos (FAPESP, 2002).

criado em impressora 3D; e o sonho para muitos do carro autônomo começará a virar realidade mais ampla em 2026, quando cerca de 10% da frota norte-americana será equipada com esta tecnologia. Conforme o estudo indica, uma previsão precisa não é possível. Os anos destacados são uma estimativa da média de anos em que a maturação tecnológica é suficiente para que os fatos aconteçam.

**Tabela 1 – Ano médio esperado para ocorrência de cada ponto de inflexão**

| 2021                                     | 2022   | 2023  | 2024  | 2050  | 2026   | 2027  |
|--|--|---|---|---|--|---|
| - Primeiro farmacêutico robótico dos EUA | - Internet das Coisas – 1 (hum) trilhão de sensores conectados<br><br>- Internet vestível – 10% das pessoas com roupas conectadas<br><br>- Primeiro carro impresso em 3D | - Tecnologia implantável - Primeiro celular implantável e disponível comercialmente<br><br>- Big Data - Primeiro censo governamental que substituirá fontes por Big Data<br><br>- 10% de óculos de leitura conectados à Internet<br><br>- 80% das pessoas com presença digital<br><br>- Primeira arrecadação de impostos por meio de <i>blockchain</i><br><br>- 90% da população mundial com smartphone | - Computação ubíqua – 90% das pessoas com acesso regular à Internet<br><br>- Primeiro transplante de fígado impresso em 3D<br><br>- Aparelhos e dispositivos domésticos serão responsáveis por mais de 50% do tráfego da Internet | - 5% dos produtos serão impressos em 3D<br><br>- 30% das auditorias corporativas serão realizadas por Inteligência Artificial | - 10% dos carros dos EUA serão autônomos<br><br>- Primeira máquina com Inteligência Artificial a fazer parte de um Conselho de Administração<br><br>- Cidades inteligentes – a primeira cidade com mais de 50 mil habitantes e sem semáforos | - <i>Bitcoin e blockchain</i> – 10% do PIB mundial armazenado pela tecnologia <i>blockchain</i> |

Fonte: World Economic Forum (2015, p.6, tradução nossa). Elaborado pela autora.

Schwab adverte, entretanto, que o ponto de inflexão não é igual para todas as indústrias (têxtil, automotiva, alimentícia, química etc.). Ele enfatiza que elas passarão inevitavelmente pela curva de transformações, e aquela que não puder acompanhá-la, será excluída:

Nem todas as indústrias estão no mesmo ponto de ruptura, mas todas estão sendo levadas a uma curva de transformações pelas forças da Quarta

Revolução Industrial. Existem diferenças dependendo do tipo de indústria e do perfil demográfico da base de clientes. Mas, em um mundo caracterizado pela incerteza, a capacidade de adaptação é fundamental — quando uma empresa é incapaz de mover-se na curva, ela corre o risco de ser lançada para fora dela (SCHWAB, 2016, p. 62).

De acordo com o relatório da empresa norte-americana de consultoria para o mercado de Tecnologia da Informação, *International Data Corporation* (IDC), a transformação digital é o futuro que se faz presente e os dados são a “força vital” desse processo. Essa “transformação digital não é sobre a evolução dos dispositivos (embora eles evoluam), trata-se da integração de dados inteligentes em tudo o que fazemos”<sup>79</sup> (IDC, 2018, p. 2, tradução nossa). Nesse mundo orientado por dados, o Big Data é o seu referencial e a *Datasphere Global*<sup>80</sup>, ou esfera de dados global, é o seu repositório. A IDC explica que esse ambiente virtual tem absorvido um volume de informações de conectividade digital cada vez maior. A estimativa é de que a esfera cresça dos atuais “33 zetabytes<sup>81</sup> (ZB)”<sup>23</sup> em 2018 para 175 ZB em 2025” (IDC, 2018, p. 3, tradução nossa)<sup>82</sup>.

A fim de sistematizar a pesquisa, a IDC definiu três categorias primárias de locação de dados que compõem o *Datasphere* (Figura 5): *core*, o coração desse universo digital, que são os *datacenters* dos provedores corporativos e de nuvem; *edge*, que são os servidores e dispositivos corporativos que não estão em *datacenters* centrais, como salas de servidores, campos de servidores, torres de celular e *datacenters* menores localizados regionalmente; e o *endpoint*, que são todos os dispositivos conectados incluindo computadores pessoais, telefones, sensores industriais, carros conectados e *wearables* (tecnologias vestíveis). Os *endpoints* e dos *edges* são os mais críticos, pois fornecem os dados que ajudam na tomada de decisões em tempo real.

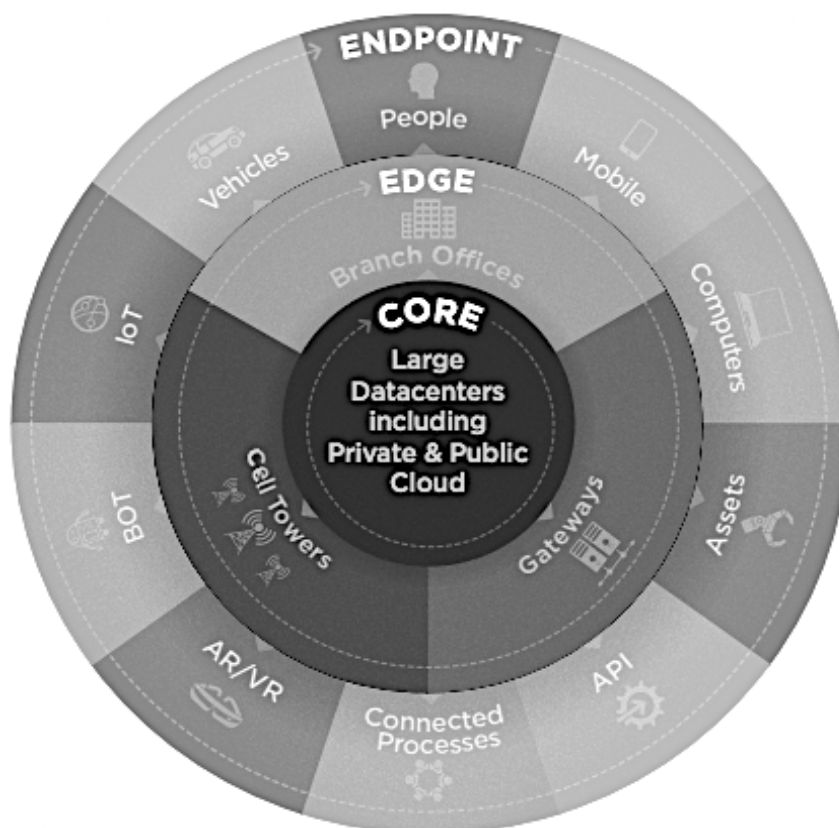
<sup>79</sup> “digital transformation is not about the evolution of devices (though they will evolve), it is about the integration of intelligent data into everything that we do”.

<sup>80</sup> *Datasphere Global* é a soma de todos os dados mundiais que compõem o conteúdo digital, sejam criados, capturados ou replicados (IDC, 2018). É o ciberespaço.

<sup>81</sup> 1 zettabyte (ou zebibyte) equivale a 1.073.741.824 terabytes. “Para se ter uma ideia um pouco mais aproximada, um zettabyte equivale a 36 mil anos de vídeo de alta definição” (CÁDIMA, 2017, p. 100).

<sup>82</sup> “33 Zettabytes (ZB) in 2018 to 175 ZB by 2025”.

**Figura 5 – Propagação de dados na Datasphere**



Fonte: IDC (2018, p. 8).

A ruptura provocada pelas novas tecnologias não é aleatória. Apesar de seu ponto de inflexão representar um marco divisório que separa a inovação do que se entende como ultrapassado, ela apresenta sementes de futuro que indicam sua possível existência, que, apesar de embrionária, tornar-se-á provavelmente uma inevitável realidade em um dado momento, conforme revela a pesquisa da Accenture (2017). A empresa de consultoria mostra que, “embora de fato complicada, (a ruptura) segue um padrão discernível e compreensível” (p. 3)<sup>83</sup>. A questão é saber onde, nesse padrão, a empresa, indústria ou organização está posicionada, e por que razão ela acontece. Para isso, é necessário “avaliar a provável velocidade da mudança medindo quão suscetível a indústria é às inevitáveis forças de mudança”<sup>84</sup> (p. 4), conforme se observa na Figura 6.

<sup>83</sup> “while indeed complicated, follows a discernible, and understandable, pattern”.

<sup>84</sup> “gauge the likely speed of change by measuring how susceptible their industry is to the inevitable forces of change”.



**Figura 6 – Momentos da disrupção**



Fonte: Accenture (2017, p. 4).

Contrariando relativamente o termo disruptivo, que indica algo abrupto, o relatório sugere que a disrupção surge de duas formas: gradualmente ou em explosão (ou “*big bangs*”). A ruptura explosiva ocorre quando as tecnologias disruptivas geram novas ofertas substancialmente melhores, mais baratas, criativas e integradas a outros produtos do que aquelas que estão atualmente no mercado. As melhorias na performance da nova tecnologia e seu custo reduzido podem distorcer o ciclo de vida da indústria ou até mesmo destruí-la, provocando uma ruptura com os padrões, modelos ou tecnologias já estabelecidas. A disrupção gradual se apresenta de forma lenta e seu impacto é percebido ao longo do tempo, geralmente impulsionada pela chegada de novos concorrentes com novos modelos de negócio (ACCENTURE, 2017).

Christian Hopp *et al.* (2018) exemplificam a ruptura gradual citando o caso da Netflix<sup>85</sup>, que derrubou a gigante Blockbuster<sup>86</sup> um pouco mais de uma década após a empresa virtual de vídeos sob demanda ter sido fundada, conquistando o mercado e consumidores com uma inovação de baixo custo aliada à tecnologia. Os autores salientam que o fato de não responder de forma eficaz à trajetória de inovação da Netflix levou a Blockbuster a entrar em

<sup>85</sup> Provedora global de filmes e séries de televisão via *streaming* (distribuição digital contínua).

<sup>86</sup> Empresa canadense de aluguel de games e filmes em formato DVD (*Digital Video Disc*).

colapso: “A Netflix foi fundada em 1997; A Blockbuster faliu em 2010. Agora, a Netflix tem como alvo outros provedores de entretenimento e está destinada a interromper mais uma parte de sua indústria (CHRISTIAN et al, 2018, n.p., tradução nossa)<sup>87</sup>.”

Segundo Larry Downes e Paul Nunes (2013, n.p., tradução nossa)<sup>88</sup>, geralmente os disruptores não estão preocupados em competir com a indústria estabelecida e nem possuem intuito de obter vantagem de curto prazo, mas possuem grande potencial de mudar o curso da história: “Quando a tecnologia de imagem digital se infiltrou pela primeira vez na fotografia do consumidor, por exemplo, seus desenvolvedores não pretendiam destruir a indústria do filme. Mas eles fizeram”.

A *Envisioning* (2011), uma plataforma online dedicada a estudos sobre tecnologias emergentes, criada por um grupo de pesquisadores e cientistas, em colaboração com a Cúpula do Governo Mundial dos Emirados Árabes Unidos (*World Government Summit in the United Arab Emirates*), identifica sistematicamente os avanços tecnológicos desenvolvidos por diversos setores da sociedade com o objetivo de demonstrar como essas inovações vão impactar a humanidade no futuro e, em certos casos, já estão modificando a realidade. Os dados coletados são apresentados por meio de uma interface interativa e rica em informação. Um dos projetos é o *Deftech 2017 (DEfense Future TECHnologies)*, desenvolvido com a Armasuisse (Departamento Federal de Compras de Defesa da Suíça) para a área de defesa, que abrange os campos de Ciências da Vida, Materiais e Manufatura, Informática e Inteligência Artificial, Comunicações e Sensores, Energia, Veículos e Espaço, e inclui uma visão específica sobre o desenvolvimento em cada área. Segundo seus autores, o projeto segue a metodologia da Tecnologia de Nível de Prontidão (*Technology Readiness Level*) adotada pela NASA (*National Aeronautic and Space Administration*), que qualifica numericamente de 1 a 9 as tecnologias mapeadas de acordo com o seu grau de maturação.

A quantidade vertiginosa de geração dessas tecnologias disruptivas se mostra como um obstáculo para sua enumeração e categorização porque, logo após seu lançamento, outras mais evolutivas tornam suas antecessoras rapidamente ultrapassadas. A revisão bibliográfica possibilitou identificar que cientistas, pesquisadores, especialistas e instituições têm cada qual sua metodologia de identificação e organização das informações, não existindo um padrão universal.

Para fins desta pesquisa, e pelo conjunto amplo e categorizado, optou-se por utilizar o *Deftech 2017* como base de investigação das tecnologias militares disruptivas que estão em desenvolvimento. Foram identificadas e selecionadas 100 tecnologias emergentes agrupadas em sete categorias com impactos diretamente na defesa, que podem ser observadas no Apêndice 1.

<sup>87</sup> “Netflix was founded in 1997; Blockbuster went bankrupt in 2010. Now, Netflix is targeting other entertainment providers and is set to disrupt yet another part of its industry”.

<sup>88</sup> “When digital image technology first infiltrated consumer photography, for example, its developers weren’t aiming to destroy the film industry. But they did”.

Essas novas tecnologias estão se tornando cada vez mais um elemento substancial das estratégias e táticas militares deste milênio. Sob este aspecto, Nurkin (2016, p. 2, tradução nossa)<sup>89</sup> reforça o impacto que trarão para a indústria no curto espaço de tempo: “Forças disruptivas poderosas, persistentes e resilientes irão progressivamente alterar fundamentalmente as dimensões da indústria nos próximos cinco a dez anos, ou mais”. A crescente incorporação de uma gama de técnicas avançadas de fabricação, como a impressão 4D, que usa as mesmas técnicas da impressão 3D mas produz um material programável que reage após sua fabricação, alterando sua forma de acordo com parâmetros do ambiente (umidade, temperatura etc.) (TIBBITS, 2014), e de novas iniciativas no campo das ciências da vida, computação e inteligência artificial, comunicação e sensoriamento, energia, veículos e espaço têm mudado o paradigma tecnológico irreversivelmente. As altas capacidades tecnológicas não só garantem a superioridade contra outros países como aumentam o poder de defesa e prevenção contra surpresas ofensivas.

As melhorias na tecnologia estão contribuindo para otimizar gastos, reduzir riscos e mortes em combate, além de ampliar o poder de decisão rápida e efetiva. Desta forma, o ambiente da guerra está se transformando. Nurkin, (2016) explica que a comunicação e os sensores emergentes estão possibilitando uma consciência situacional mais precisa sobre vários elementos, como localização e indicadores físicos. A distância, por sua vez, deixa de ser um problema com a operação remota ou autônoma dos sistemas no teatro de operações. Os sensores e o poder de processamento estão permitindo, assim, que o modelo estocástico (probabilístico) guie as munições ou valide as decisões de mecanismos autônomos com maior precisão. A mobilidade e a computação, por sua vez, estão se tornando mais rápidas e reduzindo tempo de transporte e ampliando a capacidade decisória. Essa mesma tecnologia poderá transformar o ambiente da guerra em sua relação direta com o fator humano. No próximo capítulo, é abordado o uso dessas tecnologias no desenvolvimento de novos equipamentos, armamentos, embarcações e combatentes que apresentam redução do fator humano no ambiente operacional marítimo, como exoesqueletos integrados ao corpo humano, máquinas operadas por inteligência artificial e auto recuperáveis; equipamentos autônomos e não tripulados, projetados com materiais de última geração não detectáveis; entre outras. Essas tecnologias evolutivas e disruptivas, muito provavelmente, irão superar com rapidez seus pares arcaicos, tornando-os, em um dado momento, obsoletos, com possíveis impactos na guerra naval do futuro.

---

<sup>89</sup> “Powerful, persistent, and resilient disruptive forces will progressively and fundamentally alter the dimensions of the industry over the next five to 10 years and beyond”.

## 4 OS AVANÇOS TECNOLÓGICOS E OS IMPACTOS NA DEFESA

Este capítulo apresenta os avanços tecnológicos dos produtos de defesa que possuem potencial de emprego na força naval. Após uma breve introdução e uma visão geral da relação entre tecnologia, defesa e poder, são apresentados equipamentos de defesa desenvolvidos com tecnologias disruptivas e suas potenciais aplicações militares, com expectativa de emprego regular nos conflitos armados navais nos próximos 30 anos. Mesmo que conceitos futuristas possam não se concretizar conforme a concepção atual, muitas visões de longo prazo que eles contêm possuem importantes implicações sobre a área da Defesa.

O objetivo deste capítulo é proporcionar conhecimento situacional do nível de desenvolvimento da indústria bélica e, desta forma, fornecer subsídios para o planejamento estratégico militar de longo prazo na Força Naval, que, de acordo com a Doutrina Militar de Defesa (DMD), possui “percepções estratégicas de defesa diversificadas e complexas” (BRASIL, 2007, p. 15).

### 4.1 Relação entre tecnologia, defesa e poder

É importante ressaltar que o termo inovação tecnológica militar possui certa singularidade conceitual em relação à definição adotada por outras áreas por tratar questões específicas do setor de defesa. Segundo explicam Isaacson et al (1999) e Rosen (1991), esse tipo de tecnologia pressupõe, também, uma mudança nos conceitos de operação, incluindo doutrina, tática, treinamento e logística. Esses aspectos, porém, não serão abordados neste estudo, cujo foco são estritamente os equipamentos de defesa com tecnologia de última geração.

Sobre este aspecto, torna-se evidente observar que o desenvolvimento tecnológico é um processo contínuo. Embora algumas inovações ainda estejam em nível embrionário, outras apresentam um grau mais avançado de maturidade em seu ciclo de vida, provocando verdadeiras disrupções, com a tecnologia anterior sendo substituída diretamente pela nova tecnologia. Além da utilidade direta, a demonstração da superioridade tecnológica é outro aspecto importante na política de poder atual, onde as guerras assimétricas<sup>90</sup> ganham cada vez mais relevância (MENDES, 2002).

---

<sup>90</sup> “Guerra assimétrica é um conceito nascido na força aérea dos EUA, a partir da Guerra do Golfo e dos *raids* NATO na Sérvia e Kosovo [...] trata-se de, beneficiando da superioridade dos equipamentos e da tecnologia militares, concentrar ações num só alvo, ou num número muito limitado de alvos, particularmente vulneráveis,

Estudos de tendências científicas apontam para um incremento substancial da alta tecnologia e seu emprego em larga escala, com impactos significativos nas estratégias militares. Andrew Krepinevich alerta para essa realidade e para as implicações significativas e os efeitos na aquisição de defesa, como a rápida obsolescência do sistema:

Como a taxa atual de mudança tecnológica está se acelerando, os intervalos de tempo entre as futuras revoluções técnico-militares podem ser progressivamente menores para os estados capazes que escolherem competir energeticamente. Se isso ocorrer, ele enfatizará a capacidade dos estados concorrentes de inovação operacional e organizacional. Isso também terá implicações significativas para o sistema de aquisição de defesa: a obsolescência do sistema ocorrerá mais rapidamente, e a importância da produção oportuna de sistemas de defesa aumentará (KREPINEVICH, 2002, p. 3, tradução nossa)<sup>91</sup>.

Uma inovação tecnológica pode resultar em uma mudança de paradigma, revelando o avanço das expressivas habilidades das forças armadas para enfrentamentos em conflito ou tornando-as críticas, ultrapassadas ou irrelevantes. “A Guerra do Golfo revelou muito sobre a utilidade potencial da aplicação de avanços tecnológicos na guerra” (KREPINEVICH, 1992, p. 8, tradução nossa)<sup>92</sup>. Para o autor, a originalidade no desenvolvimento e emprego dos armamentos norte-americanos resultou na vitória contra os iraquianos, que não souberam lidar com as vantagens dos EUA na guerra de informações e ataques de precisão de longo alcance.

A evolução tecnológica, ainda que não seja a única a decidir o sucesso da guerra, é “um dos fatores fundamentais para a estruturação dos aparelhos militares, influenciando decisivamente na qualidade do poder militar” (BRITO, 2010, n.p). O poder militar é o recurso legítimo utilizado pelo Estado para garantir a segurança e, conseqüentemente, o bem-estar da Nação (VAZ, 2002). Segundo Nye (2002; 2004; 2006; 2016), a aplicação desse recurso, embora não limitada à atuação militar, pode ser feita de três formas: por instrumentos de coerção (*hard power*), de persuasão (*soft power*), ou por meio do poder inteligente (*smart power*), que é um híbrido do *hard power e soft power*.

---

das forças adversas, usando o efeito surpresa, para alterar decisivamente as relações de forças num conflito preciso” (MENDES, 2002, p.3).

<sup>91</sup> “Because the current rate of technological change is accelerating, the time interval between future military-technical revolutions could be progressively shorter for capable states that choose to compete energetically. If this occurs, it will stress competitor states' abilities for operational and organizational innovation. It also will have significant implications for the defense acquisition system: system obsolescence will occur more rapidly, and the importance of timely production of defense systems will increase.”

<sup>92</sup> “The Gulf War revealed much concerning the potential utility of applying technological advances to warfare”.

O *hard power* é explicado por Nye (2002) como o “poder bruto”, aquele que diz respeito à ação militar e vai além do conflito armado em si, pois possui um braço econômico, como a ameaça, dissuasão e o medo de punição, assim como a diplomacia coercitiva e as alianças militares. Em sua vertente econômica, o *hard power* utiliza-se de sanções, embargos, suspensão de subsídios, parcerias e investimentos como política de aproximação e consolidação de laços econômicos duradouros são outras formas de subjugar um Estado por outro mais forte.

Um país que sofre declínio econômico e militar está sujeito a perder tanto a capacidade de moldar a agenda internacional como a força de atração. E alguns países podem ser atraídos por outros, mediante o poder bruto, pelo mito da invencibilidade ou da inevitabilidade (NYE, 2002, p. 38).

O *soft power*, ou “poder brando”, é uma ferramenta de poder que pode ser exercido por qualquer tipo de ator, estatal ou não estatal. A estratégia do *soft power* é a articulação sedutora por meio do convencimento ideológico e cultural de líderes ou influenciadores com legitimidade reconhecida. Em relação ao ator Estatal, esse tipo de poder inclui, ainda, os valores que o Estado representa em seu “comportamento interno (por exemplo, a democracia), nas instituições internacionais (ouvindo os outros) e na política externa (promovendo a paz e os direitos humanos)” (NYE, 2002, p. 40). Harmonizar interesses globais por meio de valores compartilhados, contudo, não quer dizer que o uso da força não seja mais necessário. No entendimento do autor, dependendo da situação, tal uso é legítimo. Entretanto, ele defende que o equilíbrio entre poder brando e bruto é fundamental para o Estado alcançar o caminho da hegemonia.

Os poderes brando e bruto estão relacionados e se reforçam mutuamente. Ambos são aspectos da capacidade de alcançarmos os nossos objetivos afetando o comportamento do outro. [...] A diferença entre poder brando e poder bruto é de grau, tanto na natureza do comportamento como na tangibilidade dos recursos. Ambos são aspectos da capacidade de atingir objetivos próprios modificando o comportamento alheio (NYE, 2002, p. 38).

Neste sentido, o *smart power* – a utilização combinatória da força (*hard*) e do consentimento (*soft*) para atingir os objetivos – é a resposta apresentada pelo autor. O conceito foi desenvolvido para eliminar interpretações equivocadas de que o *soft power* por si só é capaz de desenvolver uma política externa efetiva.

Há mais de quatro séculos atrás, Nicolau Maquiavel recomendou aos príncipes da Itália que era mais importante ser temido do que amado. Porém, nos dias de hoje, o melhor é ser ambos (NYE, 2004, p. 1, tradução nossa)<sup>93</sup>.

Segundo Nay e Armitage (2007, p. 6, tradução nossa)<sup>94</sup>, “o poder é a capacidade de influenciar o comportamento dos outros para obter um resultado desejado”. E ele pode ser exercido por meio da atração, do uso da força ou da junção dos dois. Na estratégia *smart*, a tecnologia, juntamente com outras cinco<sup>95</sup> áreas, deve ser desenvolvida para fortalecer o poder do Estado.

Uma narrativa para o *smart power* no século XXI, não é somente sobre maximização do poder e manutenção da hegemonia. É principalmente, sobre encontrar caminhos para combinar recursos dentro de uma estratégia de sucesso em um novo contexto de difusão de poder e "ascensão dos outros atores" (NYE, 2011, p. 208, tradução nossa)<sup>96</sup>.

A inovação e a tecnologia estão diretamente ligadas à forma como um estado pode construir seu poder internacional por meio de investimentos em sua própria autonomia. Como cientista político, Nye explica que o uso da ciência e tecnologia pelo governo norte-americano, por exemplo, possibilitou a ampliação e projeção de seu poder militar:

A capacidade de usar a tecnologia da informação para criar armas de precisão, inteligência em tempo real, ampla vigilância de campos de batalha regionais e melhor comando e controle permitiu aos Estados Unidos avançar como a única superpotência militar do mundo (2004, p. 18, tradução nossa).<sup>97</sup>

Em um mundo em constantes transformações, onde novas ameaças refletem as mudanças no sistema internacional contemporâneo e ganham atenção de Estados e sociedades, a tecnologia, ainda que não seja o único condutor da guerra, se destaca como fator

---

<sup>93</sup> “More than four centuries ago, Niccolo Machiavelli advised princes in Italy that it was more important to be feared than to be loved. But in today's world, it is best to be both”.

<sup>94</sup> “Power is the ability to influence the behavior of others to get a desired outcome”.

<sup>95</sup> Alianças, parcerias e instituições; desenvolvimento global; diplomacia pública; e integração econômica (NYE; ARMITAGE, 2007, p.5, tradução nossa).

<sup>96</sup> “A narrative for smart power in the twenty-first century, is not only about maximizing the power and maintenance of hegemony. It is mainly about finding ways to combine resources into a successful strategy in a new context of diffusion of power and "the rise of the other actors”.

<sup>97</sup> “The ability to use information technology to create precision weapons, real-time intelligence, broad surveillance of regional battlefields, and improved command and control allowed the United States to surge ahead as the world's only military superpower”.

crítico de sucesso. Creveld (2007) explica que os conflitos contemporâneos são uma mistura do antigo com o novo, onde exércitos poderosos são derrotados por grupos de guerrilhas e terroristas rudimentarmente equipados. Essa nova configuração, para ele, alterou a natureza da guerra onde, agora, facções tribais, étnicas e religiosas lutam sem armas sofisticadas, alta tecnologia, exércitos e recursos característicos de um Estado.

Segundo Brito (2010), desde a I Guerra Mundial (1914-1918), o surgimento de novas tecnologias foi fundamental para a revolução das estratégias militares. A introdução de novos carros de combate, por exemplo, que combinavam “mobilidade, proteção e poder de fogo”, viabilizou:

a passagem de uma guerra de trincheiras como foi a I GM (Primeira Guerra Mundial), para um conflito com forças em permanente movimento, como foi a II GM (Segunda Guerra Mundial), bem comprovada na *blitzkrieg* alemã. Nas forças navais os navios de superfície e os submarinos foram sendo cada vez mais eficazes, com maior velocidade e poder de fogo, surgindo os porta-aviões, que passaram a ser a base da organização das marinhas mais poderosas. As forças aéreas vieram adicionar uma terceira dimensão às operações e, cada vez mais integradas nas manobras terrestre e marítima, vieram provar ser um fator altamente influenciador do sucesso (BRITO, 2010, n.p.).

É evidente que o desenvolvimento do conhecimento científico nas últimas décadas contribuiu para o diferencial militar tecnológico nos conflitos contemporâneos. Para muitos escritores (CAMPEN, 1992; MANN, 1994; MAZARR, 1994), a operação *Desert Storm* (Tempestade no Deserto), mais conhecida como a I Guerra do Golfo (I GG)<sup>98</sup>, inaugurou uma nova era tecnológica nos assuntos militares e marcou a mudança na forma de fazer a guerra, revelando a supremacia militar das forças de coalizão internacional, lideradas pelos Estados Unidos da América (EUA).

Dentre os principais fatores de sucesso, a aquisição e processamento de informações, a integração dessas informações em uma base de conhecimento e a condução das atividades de guerra baseada na evolução desse conhecimento, deram origem ao que se convencionou chamar de Revolução da Informação ou, guerra de informação, segundo Alvin e Heidi Toffler (1993).

---

<sup>98</sup> Segundo Alves (2010, p. 192), “a Guerra do Golfo (1990-1991) foi um dos maiores conflitos militares convencionais da última metade do século XX e, sem dúvida, o maior dos últimos vinte anos. Envolveu mais de trinta países e toda a panóplia de equipamento militar convencional moderno existente. No pequeno teatro de operações – a fronteira desértica do Kuwait com a Arábia Saudita, o território do país ocupado (Kuwait) e parte do sul do Iraque – concentraram-se mais de um milhão de combatentes”.



Alves (2010, p. 198) confirma que “o incremento tecnológico nos equipamentos militares modernos [...] deu aos EUA vantagem qualitativa no que concerne, especialmente, à informação na guerra”. O uso de satélites e outros meios evidenciou a aplicação de tecnologia da informação, comando, controle, comunicações, computadores, inteligência, vigilância e reconhecimento (C4ISR) no teatro de guerra (TG).

Krepinevich (1994, p. 40, tradução nossa) avalia a operação no Kuwait como uma “guerra precursora - uma indicação do potencial revolucionário de tecnologias emergentes e novos sistemas militares”<sup>99</sup>. Armamentos e sistemas sofisticados desenvolvidos com base em novas tecnologias tiveram um papel fundamental na resolução da guerra. Brito (2010, n.p.) destaca que “uma das maiores novidades foram os mísseis de cruzeiro *Tomahawk*, que, lançados de navios no Golfo Pérsico e no Mar Vermelho, conseguiam através de um sofisticado sistema de navegação, atingir alvos em *Bagdad*, a centenas de quilômetros de distância”.

Um dos diferenciais dessa tecnologia foi a aplicação de informações precisas para fornecer efeitos cirúrgicos nas operações a distância por meio do sistema GPS (*Global Positioning System*)<sup>100</sup>, uma novidade na época. Esse sistema de posicionamento integrado a satélites possibilitou aos mísseis navegarem em cursos preestabelecidos, atingindo o alvo com precisão. Câmeras e sensores presentes instalados no projétil forneciam imagens e dados relacionados com o trajeto e o alvo aos comandantes das missões que acompanhavam toda a ação em segurança nos centros de comando (AMERICA’S NAVY, 2018).

Biddle (1996) defende que, mesmo sob a luz da tecnologia, a avaliação eficaz da Guerra do Golfo passa, necessariamente, pela análise do desempenho organizacional das forças militares de coalizão e do arranjo global das competências militares:

A experiência da Guerra do Golfo sugere que a distribuição global de habilidades militares e desempenho organizacional é uma questão crucial para avaliação eficaz da rede, análise de custo-efetividade do sistema de armas e planejamento de forças, sem mencionar o debate sobre as perspectivas de mudança revolucionária na natureza da guerra em si. [...] Naturalmente, essas conclusões são baseadas na tecnologia de 1991, conforme observado na Guerra do Golfo. Não se pode excluir a

<sup>99</sup> “precursor war -- an indication of the revolutionary potential of emerging technologies and new military systems”.

<sup>100</sup> “O *Global Positioning System* foi desenvolvido pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos entre as décadas de 1980 e 1990 e usado pela primeira vez durante a Guerra do Golfo” (ZARPELÃO, 2016, p. 16).

possibilidade de que armas futuras possam mudar a dinâmica da batalha [...] (p.178, tradução nossa).<sup>101</sup>

Ainda que a tecnologia não seja o único fator decisivo da guerra, ela pode ser considerada com certeza uma facilitadora, para não dizer o estímulo, da maioria das mudanças que ocorrem no ponto de inflexão, podendo, inclusive, conforme afirma Biddle (1996), mudar a dinâmica da batalha. Assim como a pólvora ocasionou uma das maiores transformações da história das guerras, pois possibilitou que canhões, arcabuzes e mosquetes deixassem vulneráveis as muralhas dos castelos e as armaduras dos soldados, o exemplo do advento da arma nuclear é, igualmente, um divisor de águas (ESCORREGA; LOUSADA, 2010, n.p.). Essas e outras inovações confirmam o potencial transformador da tecnologia ao longo da história. Diante do exposto, pode-se afirmar que a Era da Informação, revelada militarmente pela I GG, trouxe uma nova perspectiva para o modo de condução do conflito. Segundo os autores,

as novas tecnologias e a digitalização ditam novas doutrinas estratégicas, táticas e organizacionais. A tendência é para a robotização do campo de batalha (*C2W - Command and Control, Warfare*), onde a manobra informacional se sobrepõe e, por vezes, substitui a manobra do terreno. No campo de batalha (actual e do futuro), o mais importante é (e continuará previsivelmente a ser) o domínio da informação, mais precisamente o acesso, o controlo e o respectivo processamento com o objectivo de obter a sua transformação em conhecimento (ESCORREGA; LOUSADA, 2010, n.p.).

De acordo com Freitas (2014, p. 13), no mundo atual, as tecnologias são consideradas “valores supremos” e o seu domínio pelos Estados se dá quando se tem o conhecimento e a posse de todos os processos da cadeia tecnológica: “dominar tecnologias importantes dá o poder de aperfeiçoá-las e possivelmente gerar outras mais novas. É de fato o caminho para a independência em determinados setores de atividades, e para inteligente dependência mútua com países de vanguarda”.

Freitas alerta, entretanto, que a busca por essa independência deve ser feita moderadamente a fim de evitar um colapso financeiro e o insucesso do seu desenvolvimento:

---

<sup>101</sup> “*The Gulf War experience thus suggests that the global distribution of military skill and organizational performance is a pivotal issue for effective net assessment, weapon system cost-effectiveness analysis, and force planning, not to mention the debate over the prospects for revolutionary change in the nature of warfare itself. [...] Of course, these conclusions are based on the technology of 1991 as observed in the Gulf War. The possibility cannot be excluded that future weapons might change the dynamics of battle [...]*”.

“em geral, o possível e indispensável é uma bem planejada redução de dependências”, já que a “desnacionalização da indústria de defesa frustra aspirações de desenvolvimento e garantia de soberania e patrimônio” (p. 20). Segundo Ferrari (2014, p. 50), “a tecnologia abre infinitas portas, mas são as pessoas que decidem por quais irão passar”.

As “portas tecnológicas” têm possibilitado o desenvolvimento da indústria de armas com tal magnitude que selecionar as inovações, a fim de proporcionar uma compreensão ampla e realista, apresenta-se como um desafio no âmbito desta pesquisa. Para alcançar esse objetivo, e com o cuidado de não provocar prejuízo à investigação abrangente, ainda que não seja exaustiva, o documento *The Future Operating Environment 2035* (FOE 2035), elaborado pelo Development Concept Doctrine Centre (DCDC), foi selecionado como um dos balizadores deste estudo. O documento, da organização independente do Ministério de Defesa britânico (MOD), apresenta um exame apurado das características do ambiente operacional do futuro no que diz respeito às questões de segurança e defesa, com destaque para a tecnologia.

A tecnologia continuará sendo um elemento essencial e penetrante do futuro ambiente operacional e um dos principais impulsionadores da mudança militar nos próximos 20 anos. Cada vez mais, os sistemas de defesa e segurança dependerão da exploração da pesquisa comercial como uma inovação (DCDC, 2015, p. 13, tradução nossa)<sup>102</sup>.

Um dos fatores de sucesso das operações militares em ambientes futuros apresentados pelo DCDC é a identificação detalhada e antecipada das tendências. Entender as características prováveis, como a estratégia dos atores, o desenvolvimento tecnológico e os movimentos geopolíticos que influenciarão e moldarão o ambiente operacional ajuda os tomadores de decisão a planejarem com mais eficácia as capacidades militares. Dentre os principais aspectos identificados estão o potencial de instabilidade e conflito devido às novas ameaças, como ataques terroristas e cibernéticos patrocinados por atores Estatais e não-estatais; o aumento da concorrência entre Estados pelo acesso e influência sobre os recursos naturais cada vez mais escassos; e a influência crescente de corporações multinacionais, organizações não governamentais, autoridades municipais e indivíduos com grande poder de influência. Neste universo, a tecnologia oferece às Forças Armadas oportunidades e desafios. O documento alerta que as forças de defesa de Estados do Ocidente “terão quase certamente

---

<sup>102</sup> “Technology will remain an essential and pervasive element of the future operating environment and a key driver of military change over the next 20 years. Increasingly, defence and security systems will rely on exploiting commercial research a innovation”.

sido ultrapassadas em algumas tecnologias e poderão ter de se habituar a ser superado por capacidades derivadas” (DCDC, 2015, p12, tradução nossa)<sup>103</sup>.

Freedberg Jr. (2015) revela que o Departamento de Defesa (DoD, sigla em inglês) dos EUA está buscando ativamente o agrupamento homem-máquina com a Terceira Estratégia de Compensação (*Third Offset Strategy*), projetada para ajudar as forças militares a manter a superioridade tecnológica. No foco desse esforço estão a inteligência artificial, o aprendizado de máquina e os sistemas não-tripulados. A iniciativa Centauro é o coração desse projeto e promete alavancar as forças tanto dos seres humanos quanto das máquinas, criando um novo limite de capacidade. O nome foi dado em referência ao jogo de xadrez em que os jogadores utilizam softwares como conselheiros, mas o ser humano é quem toma a decisão final – um hibridismo, como o centauro mítico: “A ideia não são máquinas substituindo humanos. Não é mesmo sobre máquinas trabalhando de forma autônoma ao lado de humanos. É sobre máquinas e humanos unidos em um relacionamento simbiótico, onde cada um traz o que faz melhor” (n.p., tradução nossa)<sup>104</sup>.

Kosal (2016) explica que, para se compreender estes paradigmas de mudança e as implicações para a guerra moderna, é necessário começar com uma consciência dos fatores que impulsionam as capacidades militares, a compreensão da ciência subjacente e os desafios da política externa, considerando a natureza mutável do progresso tecnológico e da natureza mutável do conflito, e a relação entre ciência e segurança nacional e internacional. A autora afirma que, no mundo atual, reconhecer as implicações potenciais de uma tecnologia e o propósito de sua exploração são muito mais importantes do que simplesmente ter acesso a ela.

De acordo com seu entendimento, as inovações emergentes e convergentes, as quais ela denomina de “cibertudo” (cyber-everything) “têm o potencial de revolucionar as estruturas governamentais, as economias e a vida como a conhecemos”<sup>105</sup>. Kosal (2016) explica que a importância da dimensão dessa realidade e os conceitos subjacentes podem ser observados no documento “*Strategic Concept for the Defence and Security of the Members of the North Atlantic Treaty Organization*” publicado pela OTAN (2010). Nele (p. 4, tradução nossa)<sup>106</sup>, a Organização afirma que “uma série de tendências significativas relacionadas à tecnologia - incluindo o desenvolvimento de armas de laser, guerra eletrônica e tecnologias

<sup>103</sup> “will almost certainly have been overtaken in some technologies, and may need to become accustomed to being overmatched by derived capabilities”.

<sup>104</sup> “The idea is not machines replacing humans. It’s not even about machines working autonomously alongside humans. It’s about machines and humans being joined at the hip in a symbiotic relationship where each brings what it does best.”

<sup>105</sup> “We know that emerging innovations carry the potential to revolutionize governmental structures, economies, and life as we know it”.

<sup>106</sup> “A number of significant technology-related trends – including the development of laser weapons, electronic warfare and technologies that impede access to space—appear poised to have major global effects”.

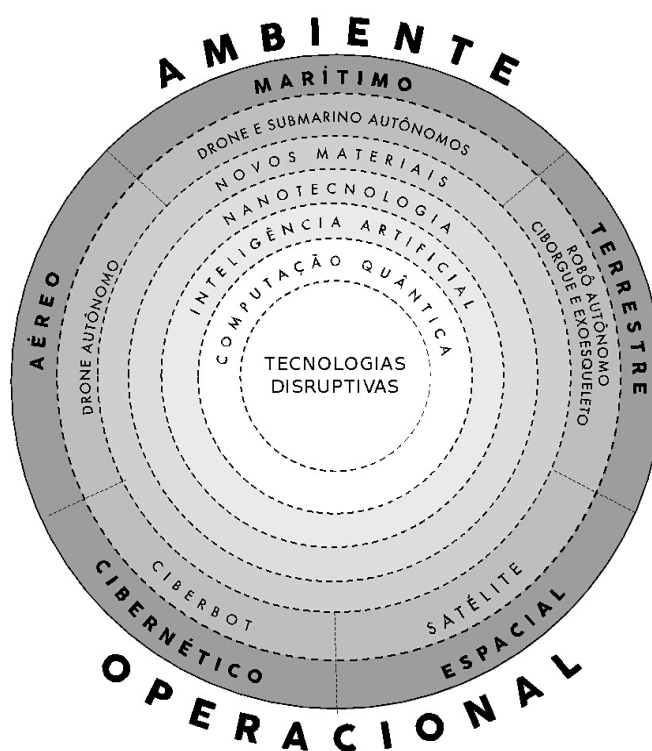
que impedem o acesso ao espaço - parecem estar preparadas para ter efeitos globais importantes”, com potencial de afetar o planejamento e as operações militares.

## 4.2 Dispositivos tecnológicos avançados de defesa

A seguir será apresentada uma seleção das inovações de alta tecnologia que estão ou estarão fazendo parte das estratégias militares de grandes potências mundiais nos próximos anos. Certas tecnologias empregadas no meio militar apontadas no *Deftech 2017* e estudadas no capítulo anterior são citadas como exemplos neste capítulo.

Conforme pode-se observar na Figura 7, parte dessas tecnologias impactam os cinco domínios operacionais: novos materiais, nanotecnologia, inteligência artificial e computação quântica. Outras são específicas de cada ambiente operacional, como drone marítimo e submarino autônomos; drone aéreo; robô autônomo, ciborgue e exoesqueleto; satélite; e ciberbot. A partir da relatoria dessas tecnologias, são propostas duas categorias que se subdividem nas tipologias das inovações: tecnologias interdisciplinares (que têm influência nos cinco domínios operacionais) e tecnologias de domínio operacional específico (específicas de um ou mais ambiente operacional).

Figura 7 – Tecnologias militares e domínios operacionais



Fonte: Elaborado pela autora.

Em consonância com o objeto de estudo desta pesquisa, os armamentos, equipamentos e embarcações selecionados utilizam tecnologia disruptiva de supressão, substituição ou aumento de sua força e resistência do soldado convencional nas ações relativas ao conflito armado, direta ou indiretamente. Embora algumas inovações não sejam necessariamente tecnologias navais, contribuem conjuntamente para os sistemas das Armadas. É importante reforçar que não é possível obter uma compreensão completa de todas as tecnologias neste trabalho, essencialmente porque essas tecnologias ainda estão em processo de desenvolvimento. Contudo, “monitorar seu desenvolvimento é, portanto, fundamental para entender o futuro da guerra e da segurança global” (SIPRI, 2019, n.p., tradução nossa)<sup>107</sup>.

O pesquisador sênior do Instituto de Estudos e Análises de Defesa (IDSA), de Nova Déli, na Índia, Ajey Lele, (2006), também alerta que as competências militares emergentes derivadas das novas tecnologias podem ter um impacto relevante tanto na guerra como na paz. Ele explica que, em certos casos, essas novas tecnologias são negligenciadas quando não há um planejamento definido sobre como utilizá-las. “A história sugere que, quando as nações não têm um plano ofensivo para uma determinada arma, elas subestimam a probabilidade de que outros usem essa arma, e até mesmo descartam casos de uso como se fossem acidentes ou eventos irrelevantes”. Um fato histórico que colabora para esse entendimento foi o do general George Armstrong Custer, da Sétima Cavalaria dos EUA, que dispensou o uso da metralhadora na batalha contra os indígenas na Guerra de Secessão (1861-1865). Custer subestimou a necessidade de uso do armamento, uma novidade na época, levando à aniquilação do destacamento da cavalaria norte-americana (MYERS, 2008).

### **4.3 Tecnologias interdisciplinares**

#### *4.3.1 Inteligência Artificial*

Segundo Cummings (2017), Inteligência Artificial (IA) é a capacidade de um sistema de computador de executar tarefas que normalmente exigem inteligência humana, como percepção visual, reconhecimento de fala e tomada de decisão. O desenvolvimento dessa tecnologia tem despertado crescente interesse em líderes mundiais. O presidente russo Vladimir Putin acredita que a nação que lidera IA “será a governante do mundo” e “essencial

---

<sup>107</sup> “Monitoring their development is therefore instrumental to understanding the future of warfare and global security”.

para o poder global do século XXI”. A declaração, registrada por Vicente (2017), demonstra a importância que sistemas inteligentes, com percepção cognitiva quase humana, têm conquistado para a segurança nacional nos últimos anos.

China e Rússia estão sendo vistos como os dois líderes mundiais no avanço dessa tecnologia. O relatório, publicado em julho de 2017 pelo governo chinês comprova a intenção do país de se consolidar como *player* mundial (GOVERNO DA CHINA, 2017). Em sua estratégia, a China definiu três passos: sincronizar a tecnologia de uma forma global e a aplicação da inteligência artificial com o nível avançado mundial até 2020; estabelecer inicialmente leis e regulamentos de inteligência artificial, normas éticas e sistemas de políticas para formar capacidades de avaliação e gerenciamento de segurança de inteligência artificial a partir de 2025; e formar um grupo de líderes mundiais em inovação de tecnologia de inteligência artificial e base de treinamento de talentos, e construir leis e regulamentos de inteligência artificial mais completos, normas éticas e sistemas políticos.

A Inteligência Artificial é uma tecnologia estratégica que lidera o futuro. Os principais países desenvolvidos consideram o desenvolvimento da inteligência artificial uma estratégia importante para aumentar a competitividade nacional e garantir a segurança nacional, intensificando a introdução de planejamento e políticas e fortalecendo a implantação em torno de tecnologias básicas, talentos e padrões (GOVERNO DA CHINA, 2017, n.p., tradução nossa).<sup>108</sup>

O estatístico Irving John Good afirmou, em 1965, que haveria um momento em que as máquinas superariam a inteligência humana, tornando-se ultrainteligentes, e que esse movimento, a que ele chamou de “singularidade”, daria condições dos próprios mecanismos dotados dessa Super Inteligência Artificial projetarem outras máquinas mais inteligentes do que elas mesmas:

Minha crença é que a primeira máquina ultra inteligente é mais provável de incorporar uma vasta gama de circuitos neurais artificiais, e que seu comportamento será parcialmente explicável em termos da teoria das submontagens. As máquinas posteriores serão todas projetadas por máquinas

---

<sup>108</sup> “人工智能成为国际竞争的新焦点。人工智能是引领未来的战略性技术，世界主要发达国家把发展人工智能作为提升国家竞争力、维护国家安全的重大战略，加紧出台规划和政策，围绕核心技术、顶尖人才、标准规范等强化部署”.

ultra inteligentes, e quem sou eu para adivinhar quais princípios eles vão conceber? (GOOD, 1965, p. 31)<sup>109</sup>.

O filósofo australiano David Chalmers, especialista nos estudos da mente, argumenta, em sua defesa sobre a singularidade<sup>110</sup>, que a IA caminha rápido para alcançar essa superinteligência. A explosão de inteligência, associada à explosão da velocidade, levaria ao desenvolvimento de uma superinteligência computacional mais robusta e sofisticada que avança para um nível inevitável de superação do cérebro humano. A ascensão da IA e do aprendizado de máquina (*machine learning*) produzirá máquinas superiores auto atualizadas tecnologicamente.

Suponhamos que dentro de dois anos subjetivos, uma máquina superior à humana possa produzir outra máquina que não é apenas duas vezes mais rápida, mas 10% mais inteligente, e suponha que esse princípio seja indefinidamente extensível. Então, dentro de quatro anos objetivos, terá havido um número infinito de gerações, com velocidade e inteligência aumentando além de qualquer nível finito dentro de um tempo finito. Este processo realmente mereceria o nome “singularidade” (CHALMERS, 2010, p. 2, tradução nossa)<sup>111</sup>

Manuel de Landa (1991) avalia a evolução da IA e sua implicação nos assuntos militares da seguinte forma:

Agora, de fato, a inteligência robótica encontrará seu caminho na tecnologia militar de diferentes maneiras e em diferentes velocidades. Os aplicativos tradicionais de computador para a guerra (sistemas de radar, redes de rádio para controle, comando e comunicações, dispositivos de navegação e orientação para mísseis) se tornarão “mais inteligentes” após cada avanço em A inteligência mecânica irá mais uma vez “migrar” para armas ofensivas e defensivas, pois a IA cria novas formas de as máquinas “aprenderem” a partir da experiência, planejar estratégias de solução de problemas em diferentes níveis de complexidade e até adquirir algum senso comum para

---

<sup>109</sup> *My belief is that the first ultraintelligent machine is most likely to incorporate vast artificial neuralcircuitry, and that its behavior will be partly explicable in terms of the subassembly theory. Later machines will all be designed by ultraintelligent machines, and who am I to guess what principles they will devise?*

<sup>110</sup> O estado de "singularidade" é uma condição quando um dado objeto científico não pode ser definido e assume poder ou inteligência infinitos, e mesmo uma pequena mudança pode potencialmente causar um grande efeito (CHALMERS, 2010).

<sup>111</sup> *“Suppose that within two subjective years, a greater-than-human machine can produce another machine that is not only twice as fast but 10% more intelligent, and suppose that this principle is indefinitely extensible. Then within four objective years there will have been an infinite number of generations, with both speed and intelligence increasing beyond any finite level within a finite time. This process would truly deserve the name ‘singularity’”.*



eliminar detalhes considerados irrelevantes (DE LANDA, 1991, p.2, tradução nossa)<sup>112</sup>.

O fio condutor dessa explosão da inteligência é a Inteligência Artificial neuromórfica. O chip neuromórfico é constituído de memristores (memória + resistores), que funcionam analogamente aos neurônios sendo capazes de realizar sinapses artificiais. Entre suas peculiaridades, estão a habilidade de manter os dados mesmo quando a energia é desligada e realizar o processamento na própria memória, sem a necessidade de mover constantemente informações pelo sistema: “No cérebro, memória e processamento são altamente entrelaçados. Portanto, espera-se que a unidade de memória desempenhe um papel fundamental nos sistemas de computação inspirados no cérebro” (CHUA, 2018, p. 124, tradução nossa)<sup>113</sup>.

A diferença entre os computadores neurais e os tradicionais são que, estes, são baseados na arquitetura desenvolvida por John Von Neumann, da década de 1940, sendo formados por uma unidade central (CPU) que executa a lógica, dispositivos de entrada e saída, sistema de armazenamento permanente e uma unidade de memória. Nos computadores neurais, os cálculos e a memória são funções do mesmo componente: “o objetivo geral é minimizar o tempo e a distância do acesso à memória, de modo que o gargalo de von Neumann seja aliviado em grande medida” (SEBASTIAN et al, 2018, n.p., tradução nossa)<sup>114</sup>.

A Inteligência Artificial tem sido possivelmente o tema tecnológico mais discutido nos últimos anos e, segundo Yue, Kalloniats e Kohl, apresenta inúmeras possibilidades e formas:

Todas as formas de tecnologias IA estão se mostrando promissoras: computação cognitiva, aprendizado profundo, raciocínio visual profundo, geminação digital, aprendizado de máquina, redes neurais, computação neuromórfica, mecanismos de recomendação, exploração de textos, só para citar alguns (YUE; KALLONIATS; KOHN, 2016, n.p, tradução nossa)<sup>115</sup>.

---

<sup>112</sup> “Now indeed robotic intelligence will find its way into military technology in different ways and at different speeds. Traditional computer applications to warfare (radar systems, radio networks for Control, Command and Communications, navigation and guidance devices for missiles), will become “smarter” following each breakthrough in AI. Mechanical intelligence will once again “migrate” into offensive and defensive weaponry as AI creates new ways for machines to “learn” from experience, to plan problem-solving strategies at different levels of complexity and even to acquire some common sense in order to eliminate irrelevant details from consideration”.

<sup>113</sup> “In the brain, memory and processing are highly entwined. Hence, the memory unit can be expected to play a key role in brain-inspired computing systems”.

<sup>114</sup> “The overarching objective is to minimize the time and distance to memory access so that the von Neumann bottleneck is alleviated to a large extent”.

<sup>115</sup> “All forms of AI technologies are showing promise: cognitive computing, deep learning, deep visual reasoning, digital twinning, machine learning, neural networks, neuromorphic computing, recommendation engines, text exploitation, just to name a few”.

Como visto, a prontidão tecnológica é um fator determinante para a competitividade futura das nações e, particularmente, de suas forças armadas. Por esta razão, Estados têm investido no desenvolvimento de inovações por meio de agências governamentais e parcerias ou fomento em empresas privadas, como no caso dos EUA. Em 2015, o DoD criou a DIUx (*Defense Innovation Unit Experimental*), formada por funcionários civis e militares ativos e da reserva com o objetivo de acelerar a inovação tecnológica comercial e militar em diversas áreas por meio de acordos comerciais e incentivo financeiro em empresas privadas. Vários projetos, desde sistemas autônomos e IA a Tecnologia de Informática e espacial, têm sido desenvolvidos. Segundo seu relatório anual de 2017, a unidade foi criada para manter a superioridade tecnológica norte-americana que “está se desgastando” pois os concorrentes e adversários possuem o mesmo acesso ao mercado de tecnologia global impulsionado pela inovação (DIUX, 2017).

Outra instituição criada pelo DoD vem transformando a sociedade civil e a indústria bélica por meio do desenvolvimento de tecnologias avançadas. A DARPA, desde a década de 1960, tem pesquisado e criado uma infinidade de capacidades militares revolucionárias, como armas de precisão e tecnologia *stealth* (furtiva), mas também ícones da sociedade civil moderna como a Internet, reconhecimento automatizado de voz e tradução de idiomas, e receptores de GPS.

Em 2014, a instituição, em parceria com a IBM, anunciou o SyNAPSE (*Systems of Neuromorphic Adaptive Plastic Scalable Electronics*), que inclui TrueNorth, um processador capaz de simular o funcionamento do cérebro humano. “O chip consome apenas 70 milliwatts e é capaz de operar 46 bilhões de operações sinápticas por segundo, por watt – literalmente um supercomputador sináptico na palma da sua mão” (MODHA, 2014, n.p., tradução nossa)<sup>116</sup>. O processador neuromórfico é controlado por eventos, o que significa que cada sinapse só funciona quando é necessário, reduzindo o consumo de energia. O sistema, que inclui hardware e software, é capaz de analisar informações em paralelo e reconfigurar-se dinamicamente e simultaneamente quando estiver executando alguma operação, aprendendo com a própria tarefa que está sendo realizada.

Os computadores atuais são limitados pela quantidade de energia necessária para processar grandes volumes de dados. Em contraste, os sistemas neurais biológicos, como o cérebro, processam grandes volumes de informação de maneiras complexas enquanto consomem muito pouca energia. Economias

---

<sup>116</sup>“The chip consumes merely 70 milliwatts, and is capable of 46 billion synaptic operations per second, per watt—literally a synaptic supercomputer in your palm”.

de energia são alcançadas em sistemas neurais pela utilização esparsa de recursos de hardware no tempo e no espaço. Como muitos problemas do mundo real são limitados pelo poder e precisam processar grandes volumes de dados, os computadores neuromórficos têm uma promessa significativa (DARPA, 2011, n.p., tradução nossa)<sup>117</sup>.

Uma das aplicações do chip neuromórfico é a autoaprendizagem da máquina. Uma versão dessa tecnologia, que pretende acelerar a revolução da IA, foi desenvolvida pela empresa norte-americana Intel Corporation. Batizado de Loihi, o chip imita o funcionamento do cérebro aprendendo a operar com base em vários modos de resposta na interação com o ambiente, tornando o aprendizado de máquina mais rápido e eficiente, enquanto requer menor poder de computação. Segundo Mayberry (2017), esse chip fica mais inteligente com o tempo e não precisa ser treinado da maneira tradicional. Extremamente eficiente em termos de energia, usa os dados para aprender e fazer inferências, atendendo a uma necessidade crescente de coleta, análise e tomada de decisões a partir de dados naturais altamente dinâmicos e não estruturados.

Comparado com tecnologias como redes neurais simples e redes neurais de aprendizagem profunda (*deep learning*)<sup>118</sup>, o chip da Intel usa muito menos recursos para realizar a mesma tarefa. De acordo com o especialista, Loihi combina treinamento e inferência em um único chip, proporcionando aprendizado altamente flexível. Isso permite que as máquinas sejam autônomas e se adaptem em tempo real, em vez de aguardar a próxima atualização que é executada a partir da nuvem. Os recursos de Loihi incluem um total de 130 mil neurônios artificiais e 130 milhões de sinapses. “À medida que as cargas de trabalho de IA se tornam mais diversificadas e complexas, elas testam os limites das arquiteturas de computação dominantes de hoje e precipitam novas abordagens disruptivas” (MAYBERRY, 2017, n.p., tradução nossa)<sup>119</sup>.

A neurociência, de fato, tem sido uma fonte abundante de inspiração para novas arquiteturas e algoritmos de hardware. De acordo com Davies et al (2018), os neurônios biológicos e suas interações complexas em grandes escalas fornecem o modelo para o

---

<sup>117</sup> “Current computers are limited by the amount of power required to process large volumes of data. In contrast, biological neural systems, such as the brain, process large volumes of information in complex ways while consuming very little power. Power savings are achieved in neural systems by the sparse utilizations of hardware resources in time and space. Since many real-world problems are power limited and must process large volumes of data, neuromorphic computers have significant promise”.

<sup>118</sup> Aprendizagem Profunda, ou *Deep Learning*, é uma sub-área da Aprendizagem de Máquina que emprega algoritmos para processar dados e imitar o processamento do cérebro humano.

<sup>119</sup> “As AI workloads grow more diverse and complex, they will test the limits of today’s dominant compute architectures and precipitate new disruptive approaches.”.

desenvolvimento de ferramentas analíticas modernas. Essa complexidade do cérebro, entretanto, está longe de ser totalmente compreendida:

No entanto, abstrações altamente simplificadas de redes neurais estão revolucionando a computação, resolvendo problemas difíceis e diversos de aprendizado de máquina de grande valor prático. Talvez outros modelos menos simplificados também possam render um valor a curto prazo (2018, p.1, tradução nossa)<sup>120</sup>

#### 4.3.2 Computação quântica

A computação quântica é uma das principais estrelas das tecnologias disruptivas que pretendem revolucionar o mundo e os assuntos militares. No final de 2018, o presidente norte-americano Donald Trump assinou um projeto de lei que destina US\$ 1,2 bilhão para pesquisas sobre o tema nos próximos 10 anos.

A Lei da Iniciativa Nacional Quantum representa uma pressão bipartidária do governo dos EUA para acompanhar a China e outros países no desenvolvimento de tecnologias como computação quântica, criptografia quântica e comunicação quântica - todas elas com algum potencial para perturbar o equilíbrio entre poder econômico e militar no mundo (HSU, 2019, n.p., tradução nossa)<sup>121</sup>.

Uma das aplicações da computação quântica é a aceleração da aprendizagem de máquina de IA. Outro exemplo é a utilização em radares (Figura 8) onde a detecção quântica pode localizar aeronaves furtivas e submarinos submersos. “Em 2016, a China completou um *backbone* de fibra ótica de dois mil quilômetros que se estende de Pequim e Xangai para uma rede quântica em terra” (HSU, 2019, n.p., tradução nossa)<sup>122</sup>. O protótipo do sistema de radar quântico foi capaz de detectar alvos a centenas de quilômetros de distância e passou com sucesso no teste de aceitação.

---

<sup>120</sup> “*Yet highly simplified abstractions of neural networks are now revolutionizing computing by solving difficult and diverse machine learning problems of great practical value. Perhaps other less simplified models may also yield near-term value*”.

<sup>121</sup> “*The National Quantum Initiative Act represents a bipartisan U.S. government push to keep up with China and other countries in developing technologies such as quantum computing, quantum cryptography, and quantum communication—all of which have some potential to upset the balance of economic and military power in the world*”.

<sup>122</sup> “*completed a 2,000-kilometer fiber optic backbone stretching between Beijing and Shanghai for a ground-based quantum network in 2016*”.

**Figura 8 – Imagens furtivas captadas pelo radar quântico chinês**



Fonte: China Times (2017)

A computação quântica substitui o sistema binário usado na computação clássica ou convencional por dígitos quânticos binários, ou *q-bits* (*qubits*, do inglês *quantum binary digit*). De um modo simplificado, enquanto no computador clássico uma unidade básica de informação possui apenas dois estados (0 ou 1), no computador quântico, além dos dois estados, pode existir a sobreposição de ambos, totalizando quatro possibilidades.

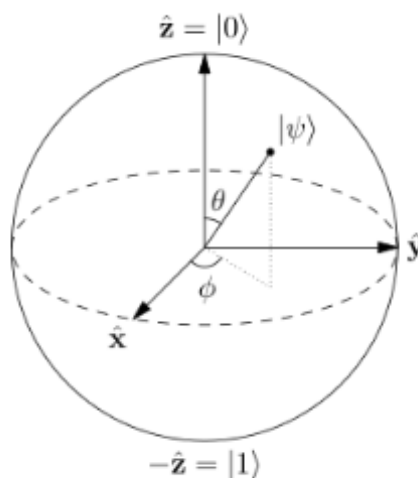
Enquanto a base binária soma a informação de cada bit, uma sobreposição de *q-bits* resulta na multiplicação de suas possibilidades. “Suponha que tenhamos dois *q-bits*. Se estes fossem dois bits clássicos, então haveria quatro estados possíveis, 00, 01, 10 e 11” (NIELSEN; CHUANG, 2000, p. 16)<sup>123</sup>. Isso faz com que a quantidade de informação armazenada no estado<sup>124</sup> seja infinita, conforme representado pela Esfera de Bloch (Figura 9), além de permitir a execução de vários cálculos simultaneamente. Em criptografia, “um supercomputador bastante ambicioso seria capaz de obter um resultado em um milhão de anos, enquanto um computador quântico moderado seria capaz de fazê-lo em uma hora” (SIMMONS apud MACKEE, 2014, n.p. tradução nossa)<sup>125</sup>.

<sup>123</sup> “Suppose we have two qubits. If these were two classical bits, then there would be four possible states, 00, 01, 10, and 11”.

<sup>124</sup> Em Informática, na área de programação, vetor é uma estrutura onde você armazena um conjunto ordenado de dados. Na ciência quântica, vetor também é chamado de “estado” (BRÉTTAS, 2017).

<sup>125</sup> “A rather ambitious supercomputer would be able to obtain a result in a million years, whereas a moderate quantum computer would be able to do it in an hour.”

**Figura 9 – Esfera de Bloch**



Fonte: Nielsen e Chuang (2000, p. 15)<sup>126</sup>

Cientistas sintetizaram uma molécula como um *q-bit*, capaz de realizar a função de uma unidade de computação em um computador quântico. O *q-bit* molecular é o que se chama de “composto de coordenação” por conter partes orgânicas e metálicas. O novo sistema molecular poderá também representar uma nova maneira de realizar medidas de precisão e experimentos de química quântica (PARK et al, 2017).

O mais surpreendente é que estas moléculas constituem um sistema que pode permitir tanto o armazenamento quanto o processamento de informações quânticas, tudo usando o mesmo sistema físico. Essa é realmente uma característica bastante rara que não é típica de forma nenhuma nos sistemas de *qubit* mais estudados hoje (WILL apud CHANDLER, 2017, n.p.)<sup>127</sup>.

Em setembro de 2018, a IBM (*International Business Machines*) apresentou o seu computador quântico IBM Q (Figura 10), de 50 q-bits, que poderá ser acessado remotamente via Internet. O dispositivo opera em ambiente isolado a baixas temperaturas no laboratório da gigante norte-americana especializada em tecnologia computacional, por usar átomos para

<sup>126</sup> Esfera de Bloch é a representação gráfica do sistema quântico de dois pólos (norte e sul) com os q-bits  $|0\rangle$  e  $|1\rangle$  e o q-bit genérico  $|\psi\rangle$ . Essa representação mostra que um q-bit pode estar em qualquer um dos infinitos pontos da superfície da esfera. Como comparativo, 43 q-bits correspondem a 8.796.093.022.208 bits ou 1 terabyte.

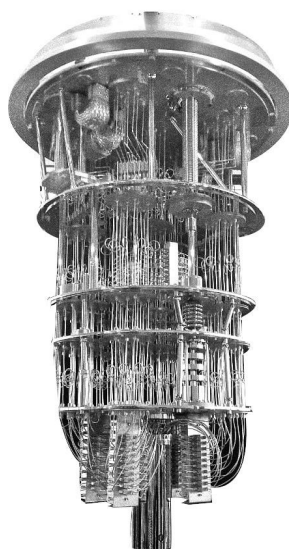
<sup>127</sup> *The most amazing thing is that [these] molecules are a system which may allow realizing both storage and processing of quantum information, using the very same physical system. That is actually a pretty rare feature that is not typical at all among the qubit systems that are mostly considered today.*

processar as informações<sup>128</sup>: “conceitualmente ele respeita as regras da computação quântica que estão sendo escritas por cientistas e usa átomos que interagem entre si para interpretar as informações dos programas e realizar cálculos para o processamento” (WOJTECKI apud CANDIDO, 2018, n.p.). A proposta é de que qualquer pessoa (pesquisadores ou não) possa acessá-lo remotamente para simular ou executar uma operação por meio da plataforma IBM-QE (*IBM Quantum Experience*).

Embora possua aparência estranha em seu interior, Wojtecki esclarece que o Q System One é assim por ser “ainda um conceito, e vive sendo redesenhado a cada evolução”. O computador, entretanto, não funcionará como um aparelho tradicional “daqueles que a gente carrega”. A parte física ficará no laboratório enquanto a estrutura de dados estará na nuvem digital: “mas ele será onipresente ajudando a tornar os carro-robô, os wearables e qualquer outro tipo de dispositivo mais rápido e inteligente” (WOJTECKI apud CANDIDO, 2018, n.p.).

Outras empresas, como a NASA, Google e *Universities Space Research Association* (USRA) estão desenvolvendo computadores quânticos em parceria, como o D-Wave (100 milhões de vezes mais rápido do que o computador comum), para lidar com problemas de otimização que são difíceis ou impossíveis de serem tratados pelos supercomputadores tradicionais. O computador, de 512 q-bit, já está na segunda geração (NASA, 2018).

**Figura 10 – Q System One, o computador quântico da IBM**



Fonte: IBM (2018).

---

<sup>128</sup> As temperaturas ultrabaixas evitam que o movimento térmico dos átomos destrua a superposição dos circuitos supercondutores (KRÄMER, 2018, n.p.). Cientistas estão executando testes para que o qubit sobreviva a temperaturas ambientes.

O computador quântico pode simplificar os sistemas aeroespaciais e militares, quebrar chaves criptográficas, calcular os fatores de risco para fazer melhores investimentos ou, até, encontrar uma cura para o câncer e outras doenças.

Os computadores quânticos prometem executar cálculos muito além do alcance de qualquer supercomputador convencional. Eles podem revolucionar a descoberta de novos materiais, tornando possível simular o comportamento da matéria até o nível atômico. Ou eles poderiam danificar a criptografia e a segurança, quebrando códigos invencíveis. Há até esperança de que eles irão superar a inteligência artificial processando os dados com mais eficiência (KNIGHT, 2018, n.p., tradução nossa).<sup>129</sup>

Para Gama e Sant’Ana Junior (2005, p. 12), “se o desenvolvimento atingir níveis que possam substituir os meios de comunicações existentes, a doutrina de emprego do comando e controle deverá ser modificada com consequências para todos os outros sistemas”.

#### 4.3.3 Criptografia pós-quântica

Um produto subjacente da tecnologia quântica são os criptossistemas pós-quânticos (PQCrypto) elaborados para impedir ataques de algoritmos quânticos e, assim, manter a segurança e integridade das informações digitais nas comunicações militares. Essa capacidade multitarefa pode permitir que computadores quânticos decifrem códigos de criptografia aparentemente seguros. Neste caso, Dinh, Moore e Russell (2001, p. 1, tradução nossa)<sup>130</sup> alertam que: “quando os computadores quânticos forem construídos, os sistemas criptográficos comuns de chave pública [...] não estarão mais seguros”.

De olho nessa novidade disruptiva, o governo norte-americano financiou a primeira rede de computadores quânticos do mundo. A DARPA Quantum Network, já se encontra em operação e trabalha com fibra ótica e conexão *wireless* (sem fio). “Os pesquisadores esperam ampliar o alcance para alcançar satélites que orbitam a uma altitude de centenas ou milhares de quilômetros” (KNIGHT, 2005) para proteger comunicações entre longas distâncias e o solo.

<sup>129</sup> “Quantum computers promise to run calculations far beyond the reach of any conventional supercomputer. They might revolutionize the discovery of new materials by making it possible to simulate the behavior of matter down to the atomic level. Or they could upend cryptography and security by cracking otherwise invincible codes. There is even hope they will supercharge artificial intelligence by crunching through data more efficiently”.

<sup>130</sup> “If and when quantum computers are built, common public-key cryptosystems such as RSA, El Gamal, and elliptic curve cryptography will no longer be secur”.



Segundo Kahn (1967; 1991), a origem da criptografia remonta há mais de quatro mil anos – desde os hieróglifos do antigo Egito, quanto tudo era feito manualmente de forma rudimentar: “Em alguns casos, o sigilo pretendia aumentar o mistério e, portanto, os poderes mágicos misteriosos de certos textos religiosos” (p. 71, tradução nossa)<sup>131</sup>. Com o tempo e o surgimento de novas nações e suas forças militares, a cifra clássica evoluiu para aparatos mecânicos, pois a tarefa de cifrar e decifrar a comunicação secreta apenas com esforço humano passou a ser impraticável.

As primeiras máquinas de cifragem eram baseadas em princípios eletromecânicos e utilizavam rotores (motor que gira em seu próprio eixo). A mais famosa, considerada um marco para a criptologia militar, foi patenteada em 1918 pelo inventor alemão Arthur Scherbius. Embora não tenha sido aceita inicialmente pelas forças armadas alemãs, a Enigma (Figura 11) foi aperfeiçoada até se transformar no instrumento criptográfico mais importante da Alemanha durante a Segunda Guerra Mundial (1939-1945) (SINGH, 2011).

Anos antes, em 1933, Marian Rejewski e um grupo de matemáticos poloneses descobriram como a máquina funcionava. Os alemães, porém, não desconfiaram de que a criptografia havia sido desvendada, pois acreditavam cegamente que a produção da máquina era inquebrável. Dermot Turing (2018) conta que, a partir de 1940, seu tio, o matemático e criptógrafo britânico Alan Turing, e sua equipe projetaram centenas de máquinas eletrônicas a partir das descobertas dos poloneses. Apelidadas de “bombas”, as máquinas de Turing descriptografavam todos os dias milhares de mensagens enviadas pelos comandantes inimigos aos seus soldados, o que abreviou o fim da guerra em dois anos.

**Figura 11 – Enigma**



Interior da máquina Enigma. Fonte: Vestergaard (2017, n.p.).

---

<sup>131</sup> “In a few cases, the secrecy was intended to increase the mystery, and hence the arcane magical powers of certain religious texts.”

Uma versão ultramoderna da Enigma (Figura 12) foi desenvolvida por cientistas do instituto alemão Fraunhofer IOF (*Institute for Applied Optics and Precision Engineering*). A máquina utiliza criptografia fotônica pós-quântica e é capaz de resistir a ataques de computadores quânticos: “A segurança da máquina de enigma quântica é garantida por sua capacidade de espalhar estados codificados sobre os espaços de Hilbert<sup>132</sup> via travamento de dados quânticos, limitando, assim, a capacidade de um intruso obter informações sobre a mensagem codificada” (LLOYD, 2013, tradução nossa)<sup>133</sup>.

A Enigma quântica foi projetada para ir ao espaço, garantindo a comunicação segura por meio de satélites. O aparelho suporta grandes variações de temperatura no vácuo (de -40° a +60° Celsius) e vibrações extremas, com previsão de lançamento para os próximos anos pela Agência Espacial Europeia (ESA, sigla em inglês) (INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2018).

**Figura 12 – Enigma quântica**



Fonte: Fraunhofer (2018).

#### 4.3.4 Novos materiais e Nanotecnologia

A ciência dos novos materiais, ou materiais avançados, vem se desenvolvendo expressivamente nos últimos anos e produzido objetos mais eficientes. O foco dessa indústria tem sido prover produtos mais fortes, leves e duráveis. Com o surgimento da nanoengenharia, a criação desses materiais sofisticados avança na aplicação de biomateriais, semicondutores, e materiais inteligentes em escala molecular ou atômica (ou nanométrica) (LELE, 2006).

De acordo com o autor, os novos materiais, ou materiais estratégicos, assim conhecidos devido à sua utilidade no domínio da defesa, variam de acordo com seu foco,

<sup>132</sup> De importância crucial para a física quântica, os espaços de Hilbert são sequências infinitas de números reais que convergem para algum número finito (CARLSON, c2019).

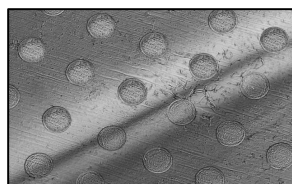
<sup>133</sup> “The security of the quantum enigma machine is guaranteed by its ability to spread encoded states over Hilbert space via quantum data locking, thereby limiting the ability of an eavesdropper to obtain information about the encoded message”.

produtos e propriedades. Esses materiais têm potencial de trazer disruptões na produção de armas e plataformas de lançamento de armas. Sua aplicação se estende para uma variedade de segmentos tais como eletrônica, magnetismo, fotônica, energia, meio ambiente, saúde, recursos naturais, espacial e de segurança e defesa.

Por suas características e seu alto potencial de manipulação de materiais, a nanotecnologia está sendo usada atualmente para desenvolver e fabricar várias tecnologias de biodefesa. Um desses equipamentos são espectrômetros de massa bioquímica, usados para detectar agentes de guerra biológicos: “Os agentes biológicos de guerra constituem a classe de armas não convencionais de mais baixo custo, de mais difícil detecção e controle e, além das armas nucleares, a única com potencial para causar uma destruição de vidas sem precedentes na história da humanidade” (FRANÇA *et al*, 2008, p. 56).

Cientistas do MIT (*Massachusetts Institute of Technology*) trabalham no desenvolvimento de nanorobôs microscópicos à base de grafeno – um tipo de carbono super-resistente (Figura 13). A tecnologia, no entanto, só foi possível porque os pesquisadores descobriram uma forma de utilizar a ‘fragilidade’ do grafeno. Extraído do grafite, é mais sólido e 200 vezes mais forte do que o aço, porém, seis vezes mais leve. Também é melhor condutor do que o cobre. Os cientistas controlam sua forma fraturando o material em nanoescala: “O que descobrimos é que pode-se impor um campo de deformação para fazer com que a fratura seja guiada e usá-la para fabricação controlada” (STRANO apud CHANDLER, 2018, n.p., tradução nossa)<sup>134</sup>. As *syncells* (células sintéticas), como são conhecidas, podem, eventualmente, ser utilizadas para monitorar condições dentro de um duto e procurar doenças enquanto navegam na corrente sanguínea. Outra aplicação potencial é a detecção de produtos químicos tóxicos e a medição de suas concentrações no meio ambiente.

**Figura 13 – Nanorobôs de células de grafeno**



Fonte: Chandler (2018).

Outras aplicações da nanotecnologia são meta-materiais furtivos que tornam os uniformes militares ou aviões praticamente invisíveis; roupas de tecido leve que se tornam

<sup>134</sup> “What we discovered is that you can impose a strain field to cause the fracture to be guided, and you can use that for controlled fabrication.”

rígidas e imobilizam ossos quebrados; e sapatos que acumulam energia, permitindo ao soldado saltar muros de até seis metros de altura. Com essa tecnologia, o peso de um equipamento padrão de um soldado poderá ser reduzido expressivamente de 65 quilos para 20 quilos (INOVAÇÃO TECNOLÓGICA, 2002, n.p.).

O prefixo “nano” deriva do grego *nanos* e significa anão. Um nanômetro (nm) é uma unidade de medida correspondente a um milionésimo de metro (m). Richard Feynman, Nobel de Física em 1965, foi o primeiro a propor a ideia de que logo seria possível ao homem transformar a matéria em nível atômico. Em seu discurso visionário intitulado “Há muito lugar no fundo”, pronunciado em 29 de dezembro de 1959, ele abordou a possibilidade de reduzir o conteúdo dos 24 volumes da Enciclopédia Britânica em um repositório do tamanho da cabeça de um alfinete (LECOURT, 2005, p. 23).

A nanotecnologia, cujo termo foi cunhado pela primeira vez em 1974 por Norio Taniguchi, trabalha com a investigação e manipulação de matéria no nível atômico e molecular (EKEKWE; ISLAM, 2012). Sua estrutura conceitual possui 16 subáreas: nanociência, nanoestruturas, nanoestrutura em física, nanofibras, nanofiltração, nanopartículas de aplicações biomédicas, nanotecnologia, nanotecnologia de aspecto social, nanotecnologia de filmes estruturados, nanotecnologia de investigação, nanotecnologia em relação à matemática, nanotecnologia de materiais, nanotecnologia de partículas estruturadas, nanotubos, nanoengenharia e nanocristal (SILVA, 2017).

O *Institute for Soldier Technologies (IST)*, uma parceria entre o governo norte-americano, a indústria de defesa e o MIT (Massachusetts Institute of Technology), está desenvolvendo três linhas de pesquisas voltadas para o desenvolvimento de nanotecnologias: materiais nanoestruturados multifuncionais e leves; aumento da consciência situacional; e capacidades de soldados nano-optoeletrônicos transformacionais. Neste último, o foco principal é entender os fenômenos ópticos, eletrônicos e de transporte, as reações fundamentais em materiais nanoestruturados e aprender como aplicar esses fenômenos para permitir importantes avanços em energia portátil, comunicações, processamento e detecção de sinais.

De acordo com o IST, as áreas são projetadas para abordar os desafios estratégicos abrangentes enfrentados pelos soldados. Um desses desafios é a redução da propagação de ondas de choque resultantes de explosões e dano balístico através de uma nova classe de materiais e compósitos moleculares (fusão de dois ou mais materiais) desenvolvidos para proteção do soldado.

A nanotecnologia pode possibilitar tecnologias de ponta que fornecem capacidades potencialmente transformadoras, aproveitando a dependência do

tamanho dos fenômenos físicos, ópticos, elétricos e químicos que ocorrem em escalas minúsculas. O resultado pode ser novos materiais, processos, dispositivos e sistemas que proporcionam avanços sem precedentes em tecnologias para fornecer proteção e outros recursos para o combatente a as plataformas de combate (IST, 2003, n.p., tradução nossa)<sup>135</sup>.

Nas últimas décadas, os óculos infravermelhos (IR, sigla em inglês), possibilitaram maior visibilidade no escuro, tornando-se para integrante do conjunto de ferramentas do soldado. Da mesma forma, as lentes UV são úteis para identificar secretamente objetos, locais de indivíduos. O IST uniu as duas tecnologias, desenvolvendo pontos quânticos aplicados a uma matriz focal que permitem que uma imagem UV possa ser visualizada em um dispositivo IR. Uma das principais aplicações dessa inovação é o reconhecimento com maior grau de realismo de tamanhos, formas, superfícies e cores de objetos estáticos ou em movimento. Outra aplicação da nanoengenharia diz respeito ao desenvolvimento de fibras fortes e resistentes em escala manométrica, como nanocompósito de grafeno utilizado na fabricação de drones, armaduras corporais ou materiais compostos melhorados.

Os cientistas do IST criaram um processador nanofotônico programável que pode proporcionar um avanço dramático nos chamados sistemas de computador de “aprendizagem profunda” (*deep learning*). Utilizando circuitos ópticos em vez de eletrônicos tradicionais, este chip, uma vez ajustado, pode realizar a multiplicação de matrizes (cálculo matemático) e à velocidade da luz, quase que instantaneamente, e utilizando menos de uma milésima parte de energia por operação que os processadores eletrônicos convencionais.

## 4.4 Tecnologias de domínio operacional específico

### 4.4.1 Satélites quânticos

A primeira transmissão quântica internacional de vídeo via satélite foi feita em 2017 pela China, por meio de seu satélite quântico QUESS (Quantum Experiments at Space Scale) entre duas estações na China. Transportado pelo foguete Long March 2D, o equipamento

---

<sup>135</sup> “Nanotechnology can enable cutting-edge technologies that provide potentially transformational capabilities by harnessing the size dependence of physical, optical, electrical, and chemical phenomena that occur at tiny length scales. The result can be new materials, processes, devices, and systems that provide unprecedented advances in technologies to provide protection and other capabilities to the warfighter and the warfighter’s platforms”.

partiu para o espaço um ano antes, às 14h40 (horário de Brasília) do deserto de Gobi, no Norte da China, em agosto de 2016.

As estações terrestres em Xinglong, na província de Hebei, no norte da China, e Nanshan, próximo a Urumqi, capital da região autônoma de Xinjiang Uygur, puderam se comunicar em sigilo absoluto, com o satélite intermediando o envio das mensagens por meio de um link espaço-terra em uma distância de 1.200 km. O dispositivo de 600 quilogramas, em fase experimental, foi enviado a uma órbita síncrona ao sol a uma altitude de 500 km: “Quando o satélite sobrevoa a China, ele fornece uma janela de experiência de cerca de 10 minutos. Durante esse tempo, chaves seguras de 300 q-bit podem ser geradas e enviadas pelo satélite” (XINHUA, 2017, tradução nossa)<sup>136</sup>.

Apelidado de Mo-Tzu (Micius) em referência ao filósofo e cientista chinês do século V a.C considerado pioneiro na condução de experiências ópticas, o primeiro satélite quântico do mundo utiliza fótons (uma partícula fundamental do campo eletromagnético) para enviar as chaves de encriptação necessárias a longa distância, ao contrário das ondas de rádio dos satélites convencionais. Os dados contidos nos fótons são impossíveis de interceptar pois qualquer tentativa de quebra da criptografia provocaria sua destruição (XINHUA, 2016).

Schmitt-Manderbach et al (2007) defende a viabilidade de um cenário em que seja possível estabelecer uma rede de distribuição de chaves quânticas (QKD, sigla em inglês) de escala global por meio de satélites de baixa órbita (LEO–satélites), de altitude média (MEO–satélites) e satélites estacionários (GEO–satélites):

Através da troca de chaves quânticas entre o satélite e diferentes estações terrestres consecutivamente, pode-se facilmente estabelecer uma chave secreta entre quaisquer duas estações terrestres em todo o mundo, permitindo assim uma distribuição de chaves quânticas verdadeiramente global. QKD traça sua segurança de volta pelo o fato de que é impossível determinar o estado quântico geral de um único fóton (SCHMITT-MANDERBACH *et al*, 2007, p. 1, tradução nossa).<sup>137</sup>

Os equipamentos com a tecnologia quântica substituem a fibra óptica para envio das mensagens por sistemas para transmissão no ar e com o objetivo de retransmitir as mensagens via satélite.

<sup>136</sup> “When the satellite flies over China, it provides an experiment window of about 10 minutes. During that time, 300 kbit secure keys can be generated and sent by the satellite”.

<sup>137</sup> “By exchanging quantum keys between the satellite and different ground stations consecutively, one can easily establish a secret key between any two ground stations worldwide, thereby enabling truly global quantum key distribution. QKD traces its security back to the fact that it is impossible to determine the general quantum state of a single photon.”

#### 4.4.2 Exoesqueleto

De acordo com o DCDC (2015, p. 18, tradução nossa), “o desempenho físico e cognitivo humano será aprimorado por meio de sistemas biomecânicos como exoesqueletos ou próteses, dispositivos e sensores vestíveis e drogas para incrementar a capacidade cerebral”<sup>138</sup>. Seguindo essa tendência tecnológica, a Rússia prepara a terceira geração do equipamento de combate Ratnik que inclui o exoesqueleto Warrior-3 (Ратник-3). A armadura (Figura 14) usa os mais recentes progressos científicos no campo da navegação como sistemas de visão noturna, acompanhamento do estado psicofisiológico de um soldado e materiais avançados na fabricação de tecidos (TVZVEDA, 2017).

**Figura 14 – Exoesqueleto Ратник-3**



Fonte: TVZVEDA (2017).

O sistema é um complexo eletromecânico de meios modernos de proteção, comunicações, meios de observação e pontaria, armas e suprimentos militares, luvas táticas e uma faca de combate. Além do capacete do Ратник-3, o Ratnik-3 será equipado com um capacete especial com câmeras de imagem térmica para o comandante da unidade avaliar *on-line* a localização de seus subordinados no campo de batalha e sua condição.

Sua implementação permitirá um aumento de pelo menos uma vez e meia nas capacidades de um soldado ao realizar várias tarefas enquanto reduz o peso total do equipamento em 30% e garantirá que até 2022 um conjunto de equipamentos de um soldado de terceira geração ultrapasse os análogos estrangeiros por suas características e funcionalidade desenvolvimento (OLEG apud TVZVEZDA, 2017, n.p., tradução nossa)<sup>139</sup>.

<sup>138</sup> “physical and cognitive performance will be artificially enhanced via biomechanical systems such as exoskeletons or prosthetics, wearable devices and sensors, and memory-enhancing drugs”.

<sup>139</sup> “Ее реализация позволит не менее чем в полтора раза увеличить возможности военнослужащего при выполнении различных задач при снижении общего веса экипировки на 30% и обеспечит получение к

As unidades dotadas com o Ratnik-3 terão independência, autonomia e autossuficiência na hora de realizar diferentes missões em quaisquer condições. O Ратник-3 permitirá que um soldado sobreviva em qualquer situação climática por, pelo menos, 24 horas.

Ao criar o “Guerreiro”, replicamos o conceito para o desenvolvimento de equipamentos militares das principais especialidades militares das Forças Terrestres, Aerotransportadas, Marines da Marinha e Forças Especiais até 2030 (OLEG apud TVZVEZDA, 2017, n.p., tradução nossa)<sup>140</sup>.

Analogamente, os EUA estão desenvolvendo exoesqueletos militares, como o TALOS<sup>141</sup> (*Tactical Assault Light Operator Suit*), informalmente conhecido como “Iron Man”. O exoesqueleto robótico (Figura 15) possui função idêntica de seu semelhante russo na garantia da proteção, resistência e assertividade, aumentando a consciência situacional do campo de batalha. Tecnicamente, é equipado com aquecedores e resfriadores integrados que regulam a temperatura dentro do traje. Os sensores incorporados monitoram a temperatura corporal do operador, a frequência cardíaca, a posição do corpo e os níveis de hidratação. Se o soldado se ferir, o equipamento inicia o processo de primeiros socorros com controles do oxigênio ou da hemorragia (MILES, 2014).

**Figura 15 – Exoesqueleto Talos**



Fonte: Miles (2014)

---

2022 году комплекта экипировки военнослужащего 3-го поколения, который по своим характеристикам и функционалу превзойдет зарубежные аналоги с учетом их развития”.

<sup>140</sup> “При создании “Ратника” мы отталкивались от Концепции развития боевой экипировки военнослужащих основных воинских специальностей Сухопутных войск, Воздушно-десантных войск, морской пехоты Военно-Морского Флота и подразделений специального назначения на период до 2030”.

<sup>141</sup> Talos era uma criatura autômata da mitologia grega feita de bronze e responsável pela defesa de Creta (NUÑEZ, 2008).



#### 4.4.3 Robôs

A ideia de máquinas substitutas para os humanos nos campos de batalha tem grande importância para o enfrentamento nos consideráveis conflitos no futuro. Além de preservar a vida de seus cidadãos, a nação que adota tal tecnologia pode obter uma vantagem tática substancial na defesa. Robôs quânticos e controlados por Inteligência Artificial começam a sair do imaginário e a entrar no planejamento científico: “Combinando as tecnologias mais avançadas de eletrônica, computador, vigilância e armas, os robôs de hoje têm capacidades extraordinárias e estão mudando rapidamente o cenário da batalha e da dinâmica da guerra” (MARCHANT et al, 2011, p. 1, tradução nossa)<sup>142</sup>.

Consequentemente, o emprego dos LAR (*Lethal Autonomous Robos*) traz uma gama de implicações éticas, legais e morais sobre o emprego dessas armas, cuja discussão está ganhando cada vez mais importância no âmbito internacional entre críticos e apoiadores<sup>143</sup>. Segundo Marchant et al (2011), o filósofo australiano Robert Sparrow tem se destacado como uma voz de destaque em debates sobre a ética de robôs autônomos letais. Suas ideias versam sobre “as complexidades associadas à atribuição de responsabilidade ética e legal a alguém, ou algo, se um robô autônomo cometer um crime de guerra” (p. 281, tradução nossa)<sup>144</sup>.

A questão que vou considerar aqui é quem deve ser responsabilizado se uma AWS (Autonomous Weapon System) estiver envolvida em uma atrocidade de guerra do tipo que normalmente seria descrita como um crime de guerra. [...] Se, como argumentaremos abaixo, ninguém puder justamente ser responsabilizado pelas ações desses sistemas, então será antiético usá-los na guerra (SPARROW, 2007, p. 66, tradução nossa)<sup>145</sup>.

Marchant et al (2011) considera, entretanto, a ideia de robôs assassinos um pouco “forçada”. Ele lembra que, tradicionalmente, os EUA sempre aplicaram tecnologias inovadoras no campo de batalha: “o que muitas vezes se traduziu em sucesso militar” (p. 275,

---

<sup>142</sup> “Combining the most advanced electronic, computer, surveillance, and weapons technologies, the robots of today have extraordinary capabilities and are quickly changing the landscape of battle and dynamics of war”.

<sup>143</sup> Por sua real importância, este assunto merece uma investigação mais aprofundada, mas que não será realizada aqui pois não integra os objetivos definidos para esta pesquisa (nota do autor).

<sup>144</sup> “complexities associated with assigning ethical and legal responsibility to someone, or something, if an autonomous robot commits a war crime”.

<sup>145</sup> “The question I am going to consider here is who should be held responsible if an AWS was involved in a wartime atrocity of the sort that would normally be described as a war crime. [...] If, as I shall argue below, it turns out that no-one can justly be held responsible for the actions of these systems, then it will be unethical to use them in war”.

tradução nossa)<sup>146</sup>. Segundo ele, os principais motivadores para o emprego de robô inteligentes e sistemas autônomos são: a “multiplicação de força” – com robôs são necessários menos soldados em uma certa missão, podendo apenas uma unidade fazer o trabalho de muitos –; “expansão do espaço da batalha” – o combate pode ser realizado em áreas maiores do que era possível com soldados humanos –; “ampliação do alcance do combatente” – melhoria da consciência situacional, pois sistemas robóticos ampliam a competência de o soldado atuar mais profundamente no campo de batalha, aumentando surpreendentemente a capacidade de visão, por exemplo–; e “redução ocasional” – robôs possibilitam a substituição dos soldados nas missões mais perigosas e ameaçadoras. Embora a questão ética permeie o tema, não será abordada enfaticamente nesta pesquisa, necessitando de um aprofundamento maior em estudos futuros.

Do imaginário mitológico grego<sup>147</sup> ao ideário tecnológico moderno, os robôs vieram para ficar e revolucionar o modo como o homem interage com sistemas mecânicos, como o Shakey (Figura 16), o primeiro robô móvel controlado por Inteligência Artificial, ainda que de modo rudimentar. O projeto, lançado em 1972, incluía, além de outros itens, um protótipo equipado com rodas para locomoção e um computador. Os comandos do computador para o veículo e as informações do veículo para o computador eram enviados por dois links de rádio especiais, um para telemetria de banda estreita e outro para a transmissão do vídeo da TV do veículo para o computador (NILSSON, 1984).

**Figura 16 – Shakey, o primeiro robô com Inteligência Artificial**



Fonte: Nilsson (1984).

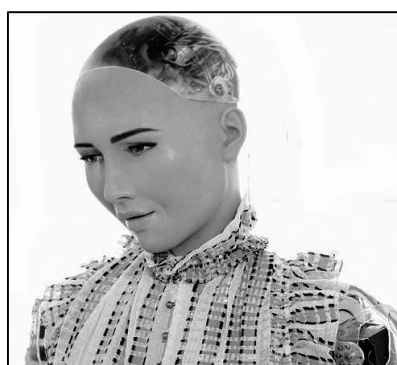
---

<sup>146</sup> “*which has often translated into military success.*”

<sup>147</sup> Os gregos antigos já trabalhavam com a noção de máquinas robóticas, como Pandora e Talos (NUÑEZ, 2008).

A autonomia veio trazer um novo paradigma e ajudar na criação de sistemas robóticos futuristas construídos com o intuito de ajudar humanos a realizar tarefas mais complexas e com maior eficiência. Um dos maiores acontecimentos da história nessa área reforça a ideia de que um mundo sem computadores é algo impensável no futuro. Em outubro de 2017, a ginoide<sup>148</sup> Sophia (Figura 17), da Hanson Robotics, ganhou notoriedade ao se tornar a primeira forma de vida artificial a se tornar cidadã no mundo (CUTHBERT, 2017). O título, concedido pela Arábia Saudita, marcou ideologicamente a evolução do conceito de robôs humanizados.

**Figura 17 – Robô ginoide Sophia**



Fonte: Hanson Robotics (c2019).

Sophia “combina trabalho de ponta em Inteligência Artificial simbólica<sup>149</sup>, redes neurais, sistemas especialistas, percepção de máquina, processamento de linguagem natural conversacional, controle motor adaptativo e arquitetura cognitiva, entre outros” (HANSON ROBOTICS, c2019, n.p., tradução nossa)<sup>150</sup>. A robô pode reconhecer rostos humanos, identificar expressões emocionais e gestos manuais, além de manter um certo nível de diálogo graças aos algoritmos de IA com ênfase em PLN (Processamento de Linguagem Natural)<sup>151</sup>.

<sup>148</sup> Correlato ao termo android, ginoide é usado para descrever qualquer robô que tenha a forma feminina.

<sup>149</sup> A abordagem simbólica diz que a melhor maneira de ensinar uma IA é alimentá-la com informações legíveis sobre o que você acha que precisa saber. Se você deseja criar uma IA para substituir um médico, você fornece para ela uma quantidade substancial de informações contidas nos livros de medicina e responde às perguntas pesquisando as respostas desses livros. A abordagem não-simbólica admite que os formatos de informação baseados em humanos nem sempre são os mais adequados para IA, e encoraja a alimentação de informação bruta para a máquina, que pode analisar e construir seu próprio conhecimento implícito.

<sup>150</sup> “combines cutting-edge work in symbolic AI, neural networks, expert systems, machine perception, conversational natural language processing, adaptive motor control and cognitive architecture among others”.

<sup>151</sup> “O Processamento de Linguagem Natural (PLN) é a subárea da Inteligência Artificial (IA) que estuda a capacidade e as limitações de uma máquina em entender a linguagem dos seres humanos. O objetivo do PLN

Entre outras habilidades, ela também consegue demonstrar emoções a partir da simulação da psicologia evolutiva de várias regiões do cérebro humano. Por meio de *IK Solvers* (controladores de movimento), é capaz de andar, mover braços, mãos, pernas e fazer expressões faciais.

Marchant et al (2011) ressaltam que uma das realizações mais importantes da tecnologia robótica foi justamente a criação de robôs com capacidade de decisão autônoma. Uma outra justificativa para a autonomia do LAR é que ela confere ao robô uma característica de soldado humano, continuando seu funcionamento mesmo quando há interrupção dos canais de comunicação em uma guerra:

à medida que a tecnologia robótica continua avançando, vários fatores estão empurrando muitos sistemas militares robóticos para uma maior autonomia. Um fator é que, como os sistemas robóticos desempenham um papel maior e mais central nas operações militares, é necessário que eles continuem a funcionar como um soldado humano, se os canais de comunicação forem interrompidos (MARCHANT et al, 2011, p. 275, tradução nossa)<sup>152</sup>.

Robôs humanoides (que possuem aparência humana) estão sendo desenvolvidos para diversas atividades, como resposta a perigos em instalações industriais, exploração espacial e como primeiro socorrista a bordo de navios da Marinha dos EUA, por exemplo (VIRGINIATECH, c2015). Um dos primeiros RAM humanoides a causar sensação, tanto no meio militar quando no civil, está em fase de aperfeiçoamento pela Boston Dynamics, uma empresa norte-americana de robótica avançada, com financiamento e supervisão da DARPA.

O Atlas (Figura 18), descrito por seus criadores como “o humanoide mais dinâmico do mundo” (BOSTON DYNAMICS, c2018, n. p. tradução nossa)<sup>153</sup>, é um robô semiautônomo de atuação hidráulica, que possui habilidades humanas como mobilidade, agilidade, destreza e velocidade e é capaz de executar movimentos complexos e precisos. Para isso, ele executa milhares de cálculos a cada instante conseguindo, dessa forma, se equilibrar e corrigir a distribuição de seu peso e, assim, manter-se de pé. Em uma demonstração, Saunders (apud

---

é fornecer aos computadores a capacidade de entender e compor textos. “Entender” um texto significa reconhecer o contexto, fazer análise sintática, semântica, léxica e morfológica, criar resumos, extrair informação, interpretar os sentidos, analisar sentimentos e até aprender conceitos com os textos processados” (RODRIGUES, 2017, n.p.).

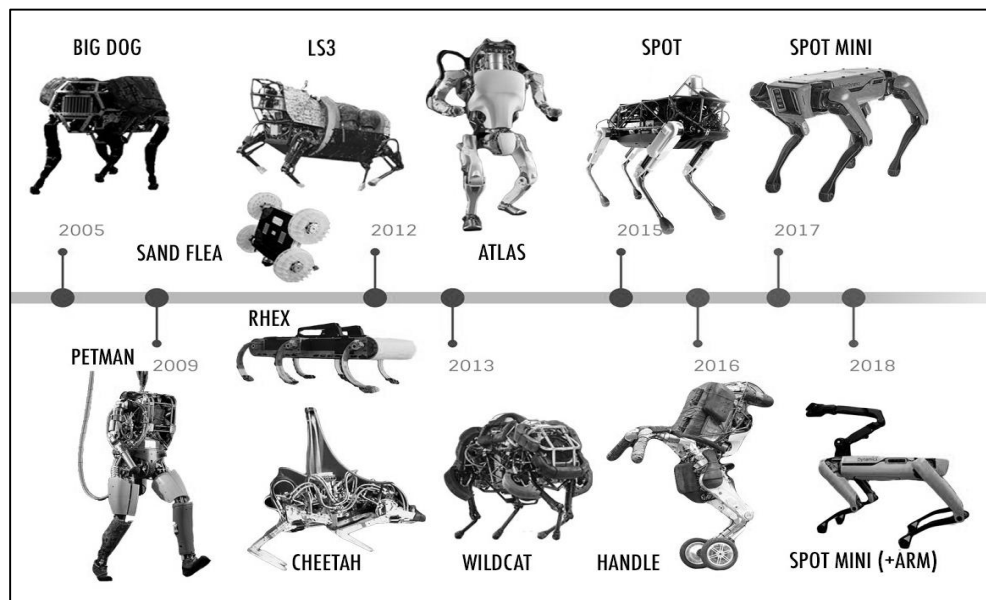
<sup>152</sup> “as robotics technology continues to advance, a number of factors are pushing many robotic military systems toward increased autonomy. One factor is that as robotic systems perform a larger and more central role in military operations, there is a need to have them to continue to function just as a human soldier would, if communication channels are disrupted”.

<sup>153</sup> “the world's most dynamic humanoid.”

HENEY, 2018, n.p., tradução nossa)<sup>154</sup> explica que: “As únicas entradas que este robô está obtendo agora do operador são comandos simples de joystick, como avançar, ir para a esquerda ou para a direita e tudo o mais vem de forma autônoma do sistema de controle”.

Construído em alumínio e titânio, o Atlas pesa 150 kg e possui 1,88m de altura. A visão panorâmica é fornecida por duas câmeras de ângulo aberto, um sensor a laser, e outras duas câmaras instaladas no cabeçote, já que o dispositivo não pode girar a cabeça, possibilitando, assim, caminhar ou até correr em terrenos acidentados. Se cair, o robô se levanta sozinho, automaticamente (BOSTON DYNAMICS, c2018).

**Figura 18 – Atlas e outros robôs da Boston Dynamics**



Fonte: HAN (2018).

Além dos robôs humanoides em tamanho humano, os dispositivos estão evoluindo para versões mais diminutas. A DARPA está avançando em seu projeto SHRIMP (*Short Range Independent Microrobotic Platforms*) para fabricação de minúsculos robôs insetos com ênfase na manobrabilidade, destreza e mobilidade. Seu tamanho reduzido permitirá que eles executem tarefas importantes que estão fora dos limites para robôs maiores.

Os microrrobôs, dotados de alta complexidade, são capazes de entrar em ambientes táticos e executar funções na proximidade de 10 cm, por exemplo. Do tamanho de insetos (Figura 19), podem obter dados de detecção local, como dados visuais, de áudio ou de

<sup>154</sup> “The only inputs that this robot is getting right now from the operator are simple joystick commands, like go forward, go left or right, and everything else comes autonomously from the control system.”

rastreamento químico (DoD, 2018). “Há vários ambientes inacessíveis para plataformas robóticas maiores. Sistemas robóticos menores podem fornecer ajuda significativa, mas o encolhimento dessas plataformas exige um avanço significativo da tecnologia subjacente” (DARPA, 2018, n.p., tradução nossa)<sup>155</sup>, como sistemas microeletrônicos, manufatura aditiva (3D) e sensores de baixa potência.

**Figura 19 – Inseto robô**



Exemplo de microrrobô. Fonte: Huff (2018)

#### 4.4.4 Robôs quânticos

Os avanços tecnológicos estão permitindo que os robôs sejam utilizados cada vez mais na produção industrial, tratamento médico e saneamento básico, navegação e voos espaciais, segurança pública, defesa nacional e assuntos militares e em uma infinidade de aplicações. “Além disso, alguns novos tipos de robôs, como nanorobôs, biorobôs e robôs médicos, foram desenvolvidos por meio da fusão de nanotecnologia, engenharia biológica e médica com tecnologia robótica” (DONG et al, 2006, p. 1, tradução nossa)<sup>156</sup>.

O robô quântico é o novo paradigma de robô na árvore evolutiva da tecnologia robótica. O ganho de inteligência e a redução do tamanho físico dos robôs são requisitos fundamentais dessa evolução. Os autores explicam ainda, que a chave para aumentar a inteligência robótica está em melhorar o desempenho dos sensores e aumentar a velocidade de aprendizado e tomada de decisões. Ao mesmo tempo, a redução do tamanho físico fará com que os efeitos quânticos se tornem mais proeminentes.

Paul Benioff (1998) foi quem propôs o robô quântico, cuja concepção inclui um computador com tecnologia quântica embarcada e sistemas auxiliares necessários para

<sup>155</sup> “However, there are a number of environments that are inaccessible for larger robotic platforms. Smaller robotics systems could provide significant aide, but shrinking down these platforms requires significant advancement of the underlying technology.”

<sup>156</sup> “Moreover, some new types of robots such as nanorobots, biorobots and medical robots have been developed through the fusion of nanotechnology, biological and medical engineering with robot technolog”.

mobilidade. Para Dong *et al* (2006, p. 513, tradução nossa), o robô quântico possui poderosas habilidades complexas onde a velocidade de aprendizado do robô e tomada de decisões comportamentais podem ser aumentadas por meio da computação paralela, busca rápida e aprendizado eficiente a partir de algoritmos quânticos. Segundo os autores, os testes demonstram que essas máquinas podem reduzir a complexidade de cálculos dos algoritmos realizados pelos robôs clássicos, possibilitando simular outros robôs quânticos. Na Tabela 2, pode-se observar as diferenças entre esses dois tipos:

**Tabela 2 – Comparação entre robôs quânticos e robôs clássicos**

| Itens comparados  | Robô Quântico  | Robô Clássico   |
|---|--|---|
| <b>Propriedade do sistema</b><br><b>Sensores de bordo</b> | Sistema quântico<br>Sensores quânticos como sensores SQUID e sensores Hall quânticos | Sistema mecânico<br>Sensores infravermelhos, sensores ultrasônicos, câmera CCD etc. |
| <b>Lei da física</b>                                      | Lei da mecânica quântica   | Lei da mecânica clássica  |
| <b>Centro de processamento da informação</b>              | MQCU (Unidades de computação multi-quânticas)  | Processador clássico como do computador clássico                                    |
| <b>Informação</b>   | Informação quântica e informação clássica  | Informação clássica   |
| <b>Sensibilidade</b>                                      | Alta   | Relativamente baixa   |
| <b>Tamanho físico</b>                                     | Microcósmico   | Geralmente macro  |
| <b>Dificuldade técnica</b>                                | Mais difícil   | Fácil   |
| <b>Forma de comunicação</b>                               | Comunicação quântica e comunicação clássica  | Comunicação clássica  |
| <b>Capacidade de processamento paralelo</b>               | Poderosa   | Fraca   |

Fonte: Dong et al (2006, p. 519, tradução nossa).

#### 4.4.5 Ciborgues

As intervenções tecnológicas nos organismos humanos têm evoluído das histórias de ficção científica para experiências em laboratórios. “De um lado, a mecanização e a eletrificação do humano; de outro, a humanização e a subjetivação da máquina. É da combinação desses processos que nasce essa criatura pós-humana a que chamamos ‘ciborgue’ (TADEU, 2000, p.12).

O termo ciborgue, um acrônimo para *cybernetic organismo* (*cyborg*, em inglês), foi sugerido pelo engenheiro biomédico Manfred Clynes e o médico Nathan Kline, em seu artigo

*Cyborgs and space* (1960) para designar um ser humano híbrido – homem-máquina, que poderia sobreviver em ambientes extraterrestres.

No passado, a evolução trouxe a alteração das funções corporais para se adequar a diferentes ambientes. A partir de agora, será possível alcançá-lo em algum grau, sem alteração da hereditariedade, mediante modificações bioquímicas, fisiológicas e eletrônicas adequadas do *modus vivendi* existente no homem (CLYNES; KLINE, 1960, p. 26, tradução nossa)<sup>157</sup>.

Segundo eles, ciência, biologia e tecnologia se unem para promover o aprimoramento corporal e das habilidades humanas por meio de técnicas invasivas que prometem melhorar a qualidade de vida e tornar o ser humano mais inteligente, produtivo, saudável e resistente a múltiplos fatores.

Enquanto robôs dotados de IA quântica são criados baseados na superação do cérebro humano, alguns cientistas vão na direção oposta transformando homens em máquinas, aperfeiçoados tecnologicamente, capazes de realizar tarefas robóticas com mais rapidez, assertividade e força.

Um ciborgue é um organismo cibernético, um híbrido de máquina e organismo, uma criatura de realidade social e também uma criatura de ficção. Realidade social significa relações sociais vividas, significa nossa construção política mais importante, significa uma ficção capaz de mudar o mundo. (TADEU, 2000 p. 35)

Em 2016, a DARPA anunciou o desenvolvimento de um chip avançado que permitirá que um cérebro humano se comunique diretamente com computadores. O implante, de aproximadamente um centímetro cúbico, converte neurônios em sinais eletrônicos permitindo a transferência de dados entre o cérebro e o computador. O programa NESD (*Neural Engineering System Design*) procura desenvolver uma neurotecnologia de alta resolução para reduzir as lesões na visão, audição e fala dos militares.

O foco do programa é o desenvolvimento de interfaces neurais avançadas que fornecem alta resolução de sinal, velocidade e transferência de dados de volume entre o cérebro e a eletrônica, servindo como um tradutor para a linguagem eletroquímica usada pelos neurônios no cérebro e os uns e zeros que constituem a linguagem da tecnologia da informação. O programa visa desenvolver uma interface que pode ler 106 neurônios, escrever para 105 neurônios e interagir com 103 neurônios *full-duplex*, uma escala muito maior

---

<sup>157</sup> “*In the past evolution brought about the altering of bodily functions to suit different environments. Starting as of now, it will be possible to achieve this to some degree without alteration of heredity by suitable biochemical, physiological, and electronic modifications of man’s existing modus vivendi.*”



do que é possível com a neurotecnologia existente (DARPA, 2016, n.p., tradução nossa)<sup>158</sup>.

O implante é fruto da integração da neurociência, eletrônica de baixa potência, fotônica, embalagem e fabricação de dispositivos médicos, engenharia de sistemas e testes clínicos. Além do hardware, os especialistas estão desenvolvendo técnicas avançadas de matemática e neurocomputação. Na teoria, o implante neural proposto permitiria ao militar que operar com mais eficácia o exoesqueleto TALOS. Além de criar hardware e algoritmos novos, o NESD realiza pesquisas para entender como várias formas de detecção e atuação neural podem melhorar os resultados terapêuticos restaurativos.

Um dispositivo inteligente que está sendo desenvolvido por pesquisadores da Universidade de Stanford (EUA) pretende trocar os celulares por implantes. O bodyNET é composto por uma rede de sensores que pode ser implantado no corpo ou usado como roupas (*wearables*) para, potencialmente, substituir o smartphone. A tecnologia principal é a elastônica – circuitos elásticos associados e circuitos eletrônicos, que podem se deformar sem rasgar, biodegradar e até se curar (CHU *et al*, 2017, n.p.). Segundo os desenvolvedores, isso facilitará a comunicação entre as pessoas.

Essas extensões de nós mesmos nos permitirão sentir e nos comunicar com os outros e com nosso entorno de maneiras novas e sofisticadas, além dos nossos cinco sentidos existentes [...] Em vez de nos substituir, essa tecnologia ampliará nossas qualidades humanas (CHU *et al*, 2017, n.p., tradução nossa)<sup>159</sup>

Os nanocientistas Jia Liu e Charles Lieber, da Universidade de Harvard, desenvolveram um tipo de “tecido ciborgue” que pode substituir um pedaço de pele humana e órgãos e que possui a habilidade de analisar o nível de saúde. O implante é um tipo de circuito macio e poroso, parecido mais como uma rede do que um chip. Segundo os cientistas, a técnica poderá ser utilizada para criar lentes de contato que registram e exibem dados (CHOI, 2013, n.p.).

Outra invenção está sendo desenvolvida pelo governo dos EUA e deverá permitir que os soldados controlem as armas através do pensamento. “Esses super soldados contarão com

---

<sup>158</sup> “The focus of the program is development of advanced neural interfaces that provide high signal resolution, speed, and volume data transfer between the brain and electronics, serving as a translator for the electrochemical language used by neurons in the brain and the ones and zeros that constitute the language of information technology. The program aims to develop an interface that can read 106 neurons, write to 105 neurons, and interact with 103 neurons full-duplex, a far greater scale than is possible with existing neurotechnology.”

<sup>159</sup> “These extensions of ourselves will allow us to sense and communicate with others and our surroundings in new and sophisticated ways, beyond our existing five senses. [...]. Rather than replacing us, such technology will extend our human qualities”.

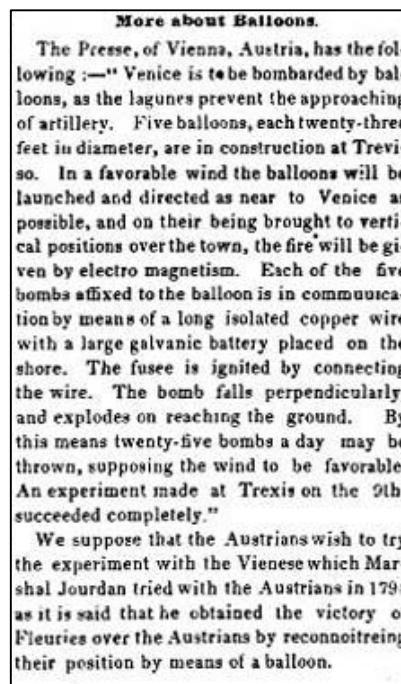
o apoio de uma série de dispositivos robóticos, incluindo cães robôs para transportar seus equipamentos, drones para reabastecê-los e plataformas robóticas para ataques de precisão de longo alcance” (KRISHNAN, 2014, n.p., tradução nossa)<sup>160</sup>.

#### 4.4.6 Drones aéreos

Muito utilizados pelas forças aéreas, os drones têm se tornado estratégicos nas forças navais de alguns países. Essas aeronaves não tripuladas introduzem uma nova dimensão na guerra ao possibilitar projetar poder sem apresentar vulnerabilidade (DEPTULA *apud* CHAMAYOU, 2015).

Embora o uso militar desses dispositivos tenha se popularizado somente nos últimos anos, Naughton (2003, n.p., tradução nossa) revela que as primeiras experiências militares com drones ocorreram em 22 de agosto de 1849 (Figura 20), quando a Áustria, que controlavam grande parte da Itália nessa época, lançaram cerca de 200 balões sem piloto com bombas controladas por fusíveis cronometrados contra a cidade de Veneza. Ainda que na época não tenham ficado conhecidos pelo nome utilizado atualmente, os drones alcançaram êxito tático, apesar de alguns terem caído sobre as linhas austríacas devido à mudança do vento.

**Figura 20 – Notícia de 1849 sobre o primeiro ataque de drones**



Fonte: Naughton (2003).<sup>161</sup>

<sup>160</sup> “These “super soldiers” might be supported by a range of robotic devices and weapons systems, including robotic dogs to carry their gear, drones to resupply them, and robotic platforms from which to call in long-range precision strikes.”

Alguns anos mais tarde, em 1863, um inventor de Nova Iorque chamado Charles Perley registrou a primeira patente para um bombardeiro aéreo não tripulado utilizando o mesmo conceito dos balões austríacos (NOVA, 2002). Esses fatos revelam que, antes mesmo da aviação, os veículos aéreos não tripulados (VANT) já estavam sendo usados como arma de guerra e, embora as tecnologias e projetos sejam bastante diferentes dos drones super avançados, o conceito de usar um veículo aéreo não-tripulado em um contexto militar estratégico permanece muito semelhante. Drones também são referidos, além de veículos aéreos não-tripulados (VANT), como sistemas aéreos não tripulados (SANT), aeronaves não tripuladas (ANT), aeronaves pilotadas remotamente (APR) ou veículos aéreos não-tripulados de combate (VANTC).

A história mais recente registra o emprego de drones aéreos e terrestres modernos pelas forças armadas norte-americanas na I Guerra do Golfo (1990-1991). Os EUA utilizaram tanques M-60 transformados em veículos não tripulados como limpadores de minas. Nos céus, com capacidade de patrulhamento de mais de cinco horas, foram lançados os *RQ-2 Pioneer* (Figura 21) pela Marinha norte-americana (SINGER, 2009). Fabricados pelos israelenses, os dispositivos realizaram mais de 300 missões no Golfo Pérsico (HASTINGS, 2012) em uma ampla variedade de ações de Inteligência, Vigilância, Aquisição de Alvos e Reconhecimento (ISTAR, sigla em inglês) (MILITARY.COM, 2019).

Depois da Guerra do Golfo, o Pentágono passou a investir massivamente nesses aparelhos (CEPIC, 200). De 1986 a 2007, os *RQ-2 Pioneer* foram empregados em diversas missões no mar e em terra como, por exemplo, em esforços para estabilizar o Haiti e os Bálcãs durante os anos 1990 (HASTINGS, 2012).

---

<sup>161</sup> “Scientific American, Março de 1849. The Presse, de Viena, na Áustria, tem o seguinte: ‘Veneza deve ser bombardeada por balões, pois os lagunes impedem a aproximação da artilharia. Cinco balões, cada um com vinte e três pés de diâmetro, estão em construção em Treviso. Em um vento favorável, os balões serão lançados e direcionados o mais próximo possível de Veneza e, ao serem trazidos para posições verticais sobre a cidade, serão acionados por eletromagnetismo por meio de um longo fio de cobre isolado com uma grande bateria galvânica. colocado na praia. A bomba cai perpendicularmente e explode ao atingir o chão. Por esse meio, vinte e cinco bombas por dia podem ser lançadas, supondo que o vento seja favorável. Um experimento feito na Trevis no dia 9, foi completamente bem-sucedido’. Supomos que os austríacos desejem experimentar o experimento com o vienense que o marechal Jourdan tenta com os austríacos em 1794 como se diz que obteve a vitória de Fleuries sobre os austríacos reconhecendo sua posição mediante um balão” (tradução nossa).

**Figura 21 – Drone RQ-2 Pioneer**

Fonte: Military.com (2019).

Um dos mais conhecidos drones é o lendário *RQ-1 Predator* (Figura 22), da Força Aérea dos EUA, conhecido por sua atuação em operações na Bósnia-Herzegovina, Iraque, Sérvia e Afeganistão, que aconteceram de 1997 a 2003 (HAULMAN, 2003). Os voos operacionais no país começaram em 7 de outubro de 2001, logo após os atentados de 11 de Setembro, com o primeiro ataque com mísseis *Hellfire* ocorrendo no início de novembro (COLE, 2014). O primeiro grande sucesso em missões com o *RQ-1 Predator* foi um ataque a um comboio no Afeganistão, em 2002, que ocasionou a morte de integrantes do alto escalão do grupo terrorista Al-Qaeda (HASTINGS, 2012).

**Figura 22 – Drone RQ-1 Predator**

Fonte: Air Force Technology (c2019).

Em sua versão mais avançada, o *Predator XP* possui uma câmera de tevê com abertura variável para ver durante o dia e outra com infravermelho para a noite e um radar de abertura sintética (SAR, sigla em inglês) usadas para criar imagens de um objeto, como paisagens, que permite ao dispositivo espreitar através de nuvens, fumaça e poeira. O veículo é capaz de realizar missões de longo alcance, alta resistência e média altitude em até 36 horas contínuas, sobre terra e mar, podendo ser remotamente pilotado ou totalmente autônomo. Seus recursos

avançados incluem capacidade de decolagem e aterrissagem automatizadas, aviônicos aprimorados (eletrônica de aviação) e controles de voo redundantes (AIR FORCE TECHNOLOGY, c2019).

Outro drone bastante conhecido é o RQ-4 Global Hawk (Figura 23), desenvolvido pela Northrop Grumman para a Força Aérea e a Marinha dos EUA, e que ganhou o *status* de ser a primeira aeronave não tripulada a atravessar o Oceano Pacífico, em um feito histórico de 23 horas e 20 minutos, em 2001. Lançado em 1988, o drone é um sistema de alta altitude e longa duração (HALE, sigla em inglês), capaz de fornecer aos comandantes em campo inteligência, vigilância e reconhecimento (ISR, sigla em inglês) abrangente, quase em tempo real. Possui resistência de voo de 32 horas, cobrindo extensas áreas geográficas em missões sensíveis de manutenção de paz ou combate em grande escala. É equipado com várias ferramentas de vigilância, o que inclui três sistemas de radar diferentes, um radar meteorológico, um gravador de imagens infravermelho, eletro-óptica, uma câmera termográfica, um processador de imagem, entre outros dispositivos (NORTHROP GRUMMAN, 2016).

**Figura 23 – Drone RQ-4 Global Hawk**



Fonte: Northrop Grumman (2016).

Pode-se dizer que um dos elementos mais caros, frágeis e difíceis de se substituir em um avião de combate é o piloto. A Força Aérea do Reino Unido (RAF- *Royal Air Force*), por exemplo, gasta em torno de 35 mil libras esterlinas (45 mil dólares)<sup>162</sup> para qualificar um piloto de caça. São necessários quatro anos e 300 horas de voo em aeronaves variadas (THE TELEGRAPH, 2011). Uma das razões pelas quais os departamentos de defesa de determinados países estão desenvolvendo soluções com o uso de drones comandados por terra ou a partir das aeronaves é para a reduzir a vulnerabilidade dos pilotos em missões de guerra.

---

<sup>162</sup> Moeda oficial do Reino Unido - cotação realizada em 04 de janeiro de 2019 (ADFVN, 2019).

A Kratos Defense and Security Solutions, empresa norte-americana de tecnologia militar avançada, trabalha em um projeto encomendado pelo Pentágono para aumentar a assertividade dos pilotos. O UTAP 22 Mako (Figura 24) funciona controlado por terra ou por um caça por meio de um *tablet* acoplado ao banco da aeronave, podendo realizar manobras de forma autônoma conforme a situação. Pode voar em conjunto com outros drones ou acompanhar o caça-líder. Com fuselagem parecida com um míssil, sua velocidade atinge 1.125 quilômetros por hora, alcançando altitude de 15.620 metros e cobrindo uma área de 2.600 quilômetros. (MILITARY FACTORY, 2019).

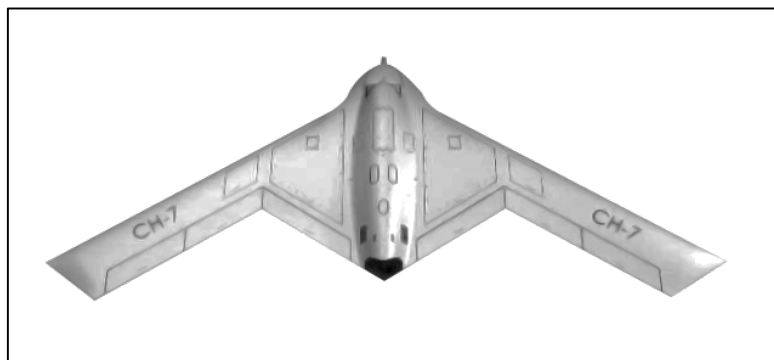
**Figura 24 – Drone UTAP 22 Mako**



Fonte: KRATOS (2019).

A China tem conquistado reputação internacional como fornecedor de veículos aéreos não tripulados de combate. A mais nova criação é o drone com tecnologia *stealth*, cuja característica o torna invisível aos radares inimigos. Programado para fazer seu primeiro voo em 2019, o drone furtivo CH-7 (Figura 25) foi desenvolvido para confrontos de alta tecnologia que envolvem caças a jato ou mísseis modernos de defesa aérea. De acordo com a academia aeroespacial da China (China Academy of Aerospace Aerodynamics), o CH-7 apresenta alta altitude operacional, altas velocidades, longa duração de voo e excelente capacidade de sobrevivência, sendo destinado para missões significativas como reconhecimento estratégico, vigilância eletrônica e eliminação de alvos de alto valor.

Outros drones furtivos são os RQ-170 Sentinel e X-47B dos EUA e o francês Dassault nEUROn, ainda em fase experimental (LEI, 2018).

**Figura 25 – Drone CH-7**

Fonte: Lei (2018).

Os Emirados Árabes Unidos também estão na corrida para o desenvolvimento de aeronaves aéreas não tripuladas. O Yabhon United 40 (Figura 26) é um drone de Média Altitude e Longa Resistência (MALE) projetado e desenvolvido pela ADCOM Systems para atuação nas forças navais. O veículo pode conduzir uma avaliação quase em tempo real dos danos de combate, atuar na inteligência, vigilância e reconhecimento (ISR), na retransmissão de comunicações, ajuda humanitária e outras missões especiais (AIR FORCE TECHNOLOGY, c2019).

**Figura 26 – Drone Yabhon United 40**

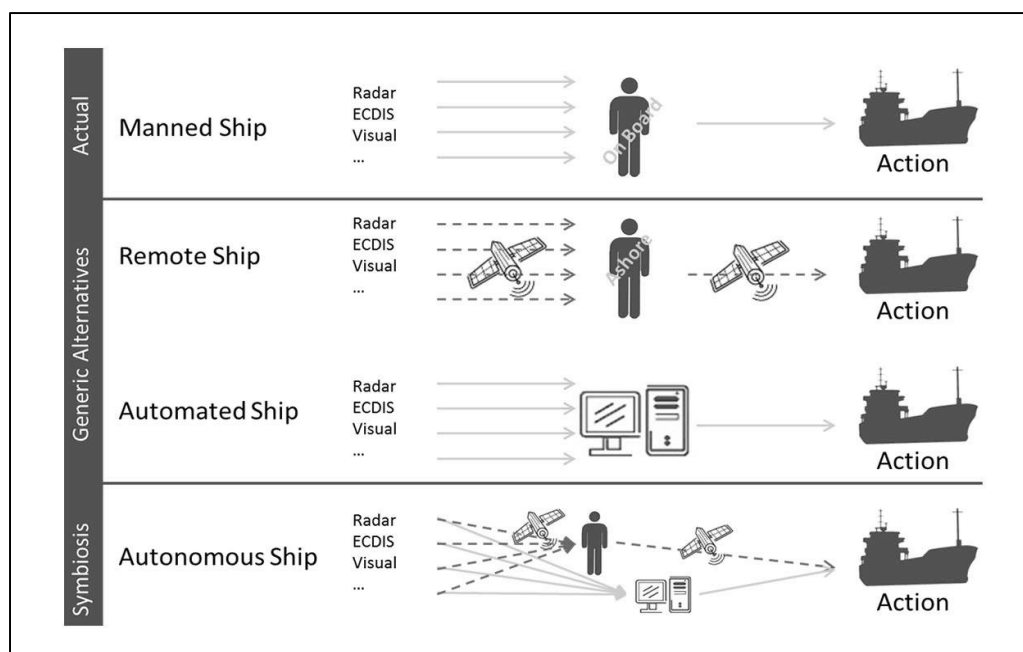
Fonte: Air Force Technology (c2019).

#### 4.4.7 Navios e submarinos autônomos e drones anfíbios

Com presença em veículos aéreos em maior escala, a autonomia também é vista como uma possibilidade para a força marítima enfrentar os desafios atuais e futuros. Depois dos drones aéreos, os drones marinhos começam a ganhar destaque. Segundo a MUNIN (*Maritime Unnamed Navigation through Intelligence in Networks*), de iniciativa da Comissão Europeia, a condução dos navios pode ser classificada em quatro tipos: navio tripulado, navio

remoto, navio automatizado e navio autônomo, respectivamente de acordo com o descrito na Figura 27:

**Figura 27 – Tipos de condução de navios**



\*ECDIS (*Electronic Chart Display and Information System*). Fonte: MUNIN (c2016).

Cada vez mais, embarcações e sistemas avançados de suporte à decisão estão sendo desenvolvidos para fornecer capacidade operativa remota, automatizada e autônoma aos navios de guerra. A corrida se intensificou nos últimos anos e forças navais, como a Marinha dos EUA, têm se empenhado em projetos para lançar barcos robóticos e submarinos a fim de proteger as águas costeiras do país, segundo afirma Tucker:

Uma cópia preliminar obtida pela Defense One mostra que a Marinha está pressionando para desenvolver e comprar seus drones mais rapidamente, integrá-los mais agressivamente em exercícios e outras atividades, e trabalhar mais estreitamente com universidades e outros parceiros de pesquisa não tradicionais, particularmente no projeto de novos protótipos (2018, p. 6, tradução nossa).<sup>163</sup>

O exemplo mais icônico por seu pioneirismo e originalidade é o Sea Hunter (Figura 28), um navio de rastreamento submarino não tripulado desenvolvido para guerra anti-

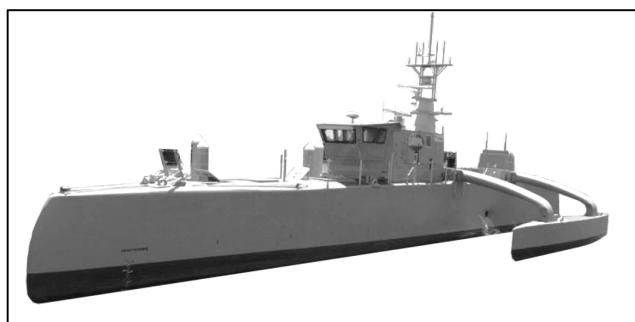
<sup>163</sup>“A predecisional copy obtained by Defense One shows that the Navy is pushing to develop and buy its drones faster, integrate them more aggressively in exercises and other activity, and work more closely with universities and other non-traditional research partners particularly in the design of new prototypes”.



submarina com capacidade de patrulhar os mares autonomamente por meses seguidos. O trimarã (embarcação que possui três cascos paralelos) tecnológico, lançado pela DARPA em 2017, é capaz de navegar em mar aberto por 70 dias procurando e rastreando trilhas abertas contínuas de submarinos a diesel, aumentando, dessa forma, a capacidade de resposta da Marinha a demandas operacionais críticas.

Os atuais sistemas e conceitos de navios de superfície não tripulados são operados a partir de navios tripulados convencionais. O Sea Hunter é o primeiro navio autônomo desenvolvido para projeção global independente, com alcance de 100 milhas náuticas. Embora o navio tenha sido projetado para navegar sem tripulação, um operador humano mantém contato e garantia de que a embarcação esteja em missão e obedecendo às regras náuticas (TUCKER, 2018). O drone é equipado com sistemas capazes de manter distância de outras embarcações, além de navegar com segurança no mar agitado, de dia ou de noite (DARPA, 2016).

**Figura 28 – Drone marítimo Sea Hunter**



Fonte: DARPA (2016).

Em março de 2017, a empresa israelense Rafael Advanced Defence Systems realizou um exercício naval bem-sucedido junto com a OTAN na costa de Israel com o seu navio de superfície não pilotado Protector (Figura 29). Desenvolvido para vigilância costeira e contraterrorismo, o drone marítimo é equipado com mísseis Spike para ataque pontual de alvos terrestres ou navais (ISRAELI DEFENSE, 2018). Em sua quinta geração, é equipado com um sistema para operação autônoma e remota, que inclui uma estação de arma estabilizada mini-Typhoon, um canhão de água, meios não letais, sistemas EW (*eletronic warfare*) para proteção e escolta de embarcações navais, contramedidas de minas utilizadas contra linhas marítimas de comunicação, sistemas de detecção e rastreamento de longo alcance eletro-ópticos Toplite (RAFAEL ADVANCED DEFENSE SYSTEMS, c2018).

**Figura 29 – Drone Protector**

Fonte: Rafael Advanced Defense Systems (c2018).

A Marinha dos EUA também está se dedicando ao desenvolvimento de veículos submarinos autônomos (VSA) para emprego na guerra de minas e contramedida de minas. Um dos veículos, o Knifefish (Figura 30), construído pela General Dynamics Mission Systems, completou com sucesso as etapas do Teste de Aceitação de Mar (TAM), ou prova de mar. Embora não seja capaz de destruir as minas diretamente, o drone submarino pode detectar, identificar e classificar as minas navais flutuantes ou enterradas, em grande quantidade e a várias profundidades marítimas, mesmo em águas com muita poluição, além de patrulhar o mar (GENERAL DYNAMICS, 2018).

**Figura 30 – Drone submarino Knifefish**

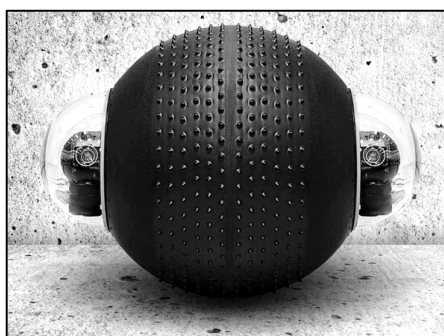
Fonte: General Dynamics (2018).

Um drone anfíbio de aparência inusitada foi desenvolvido para a Marinha dos Estados Unidos por pesquisadores da Universidade de Stanford, em Connecticut (EUA). O robô em forma de esfera, cujo nome GuardBot (Figura 31) herdou da empresa desenvolvedora, nada sobre a água a quatro quilômetros por hora podendo alcançar a areia da praia e continuar o movimento de rolamento. O dispositivo usa uma estabilização de nove eixos, sistema de

propulsão de movimento pendular, que o desloca para frente, posicionando o centro de gravidade em uma variedade de direções (GUARDBOT, 2015).

Segundo a empresa, o robô anfíbio pode se locomover em qualquer tipo de terreno, como areia e neve, o que o capacita a operar em inúmeras missões com um sistema integrado a uma variedade de sensores, câmeras, subsistemas de navegação e equipamentos de processamento. Suas habilidades permitem captar imagens de alta definição e sons em qualquer tipo de ambiente, além de utilizar criptografia, redes em malha e comunicação via satélite. Poder ser operado remotamente ou programado para patrulhar uma rota definida.

**Figura 31 – Drone esfera GuardBot**



Fonte: GuardBot (2015).

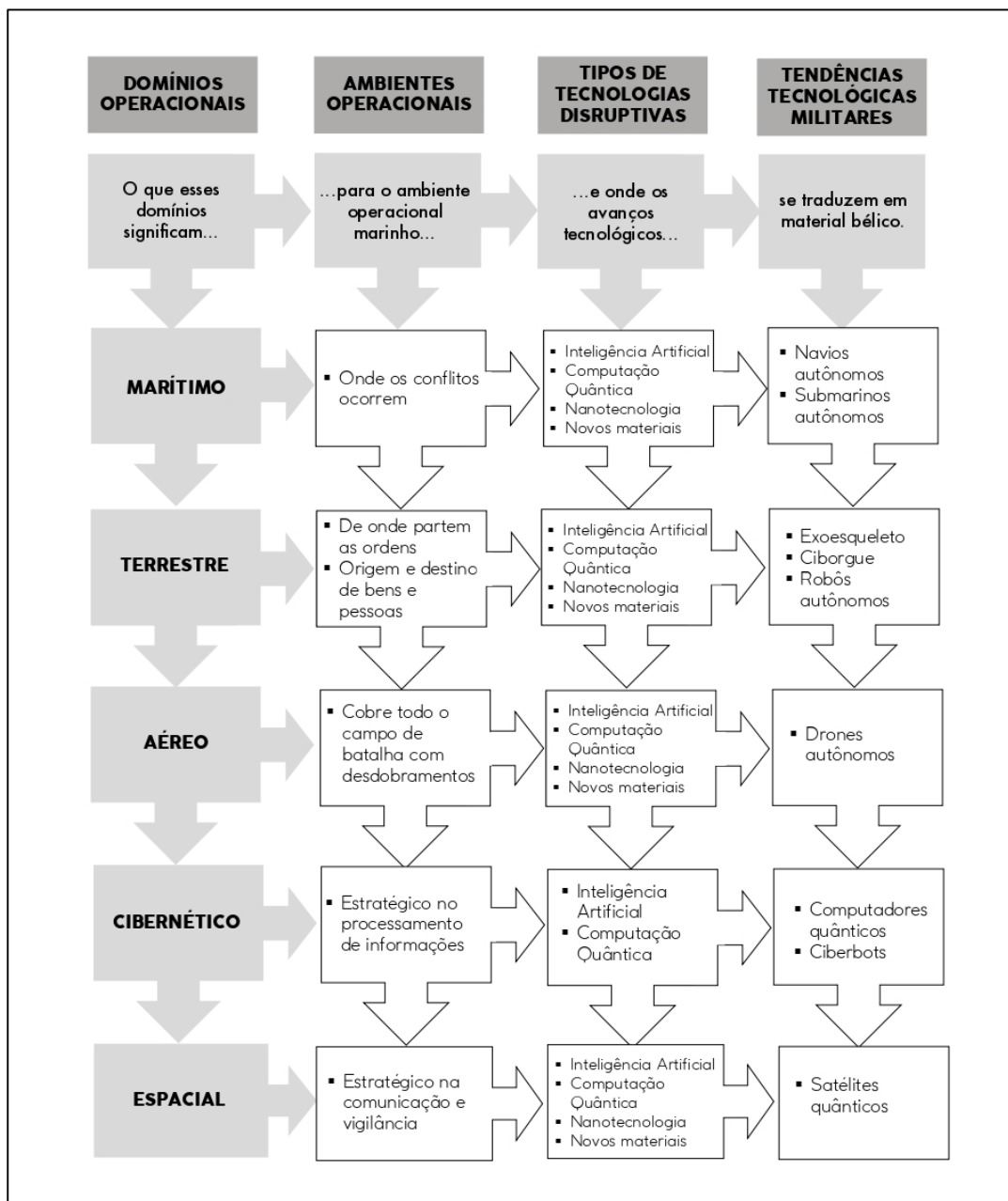
#### **4.5 A tecnologia e a guerra naval do futuro**

Conforme foi observado, as possibilidades e tendências tecnológicas citadas apresentam um grande potencial no futuro da guerra naval. As tecnologias consideradas críticas dependem do desenvolvimento de diversas outras e são conjuntamente fundamentais para a manutenção de uma capacidade industrial moderna e diversificada que faça frente às novas ameaças e conflitos assimétricos. Ainda que a evolução da guerra naval esteja sujeita a incertezas, as transformações ocasionadas pela tecnologia disruptiva já estão afetando o modo como se faz a guerra no ambiente operacional terrestre, com reflexos nos outros domínios. O uso de drones nos conflitos recentes no Afeganistão, Iraque e Síria (LEMOS *et al*, 2014) demonstra que os soldados estarão cada vez mais distantes do teatro de operações, operando seus equipamentos a quilômetros de distância.

A substituição do soldado convencional por sistemas tecnológicos é uma tendência que se replica nos cinco domínios operacionais (Figura 32). A convergência tecnológica e a similaridade de funções dos dispositivos Navios, submarinos e robôs autônomos, ciborgues,

drones anfíbios, novos materiais, furtivos, mais resistentes, leves e supercondutores, criptografia quântica, satélites avançados para comunicação e embarcados com armamento, entre outros, são uma realidade que pouco a pouco vem exigindo dos Estados preparo e renovação do Poder Naval. No futuro, a incorporação de tecnologias inovadoras nos meios militares marítimos poderá ser o diferencial entre a vitória e o insucesso.

**Figura 32 – Influência das novas tecnologias nos domínios e nos ambientes operacionais marinhos**



Fonte: Elaborado pela autora.

## 5 CENÁRIOS PROSPECTIVOS DA GUERRA NAVAL

Este capítulo discute as metodologias de estudos de futuro (seus fundamentos teóricos e prática entre as organizações, militares inclusive) bem como o caminho metodológico utilizado nesta pesquisa e seus resultados em três cenários da guerra naval do futuro.

### 5.1 Prospectiva estratégica

A prospectiva se propõe a estudar o futuro. É diferente de projeção, pois considera “futuros alternativos” e não trajetórias únicas, sendo uma ferramenta adequada para o planejamento de longo prazo (MARCIAL; GRUMBACH, 2006).

O planejamento prospectivo, no entanto, difere-se do planejamento estratégico, principalmente nos objetos e períodos utilizados na sua construção (NUNES *et al*, 2002). Enquanto este último trabalha com base no histórico da instituição, seus recursos humanos, estruturas e sistemas, o planejamento prospectivo baseado na prospectiva estratégica permite uma visão mais aguçada das variáveis que podem impactar a organização a médio e longo prazos, conforme poder-se observar na Tabela 3:

**Tabela 3 – Definições e tipos de planejamento**

| Tipos                           | Descrição  |
|---------------------------------|--|
| <b>Planejamento Tradicional</b> | Processo racional de tomada de decisão e controle, focado na alocação de recursos e baseado em diagnóstico. Utiliza a previsão para tomada de decisão. É rígido e estrutural, com poucas possibilidades de adaptação às mudanças e que representa, geralmente, a visão dos autores do plano.   |
| <b>Planejamento Estratégico</b> | Processo de gestão focado no desenvolvimento de uma organização e de seus recursos humanos, estruturas e sistemas a partir de seu histórico.   |
| <b>Planejamento Prospectivo</b> | Processo de exploração do futuro, normalmente com auxílio de cenários úteis, incluindo análises do impacto socioeconômico das decisões e objetivos e definição dos principais elementos que podem dar origem a desvios repentinos ou mudanças nas tendências. Ao contrário do planejamento tradicional, essa abordagem é direcionada muito mais para questões estratégicas do que para problemas operacionais. |
| <b>Prospectiva Estratégica</b>  | Base da elaboração do Planejamento Prospectivo. e costuma usar análise de cenários prospectivos e outros métodos exploratórios para produzir insights e obter percepção sobre os desafios implícitos aos desenvolvimentos tecnológicos, econômicos e sociais prospectivos.   |

Fonte: Nunes *et al* (2002). Adaptado pela autora.

Nunes *et al* (2002) defendem que o planejamento estratégico tradicional, baseado em mudanças quantitativas ocorridas em estruturas estáveis, não é mais suficiente para compreender a dinâmica da vida social e econômica em um ambiente atual de grande incerteza e risco.

Essa mesma argumentação foi sustentada antes por Godet (1993), que defende que a prospectiva deve ser radicalmente diferente da predição clássica, pois só assim poderá participar da criação do futuro e evitar erros que possam existir. De acordo com o autor, a prospectiva adota uma visão global e considera as relações dinâmicas entre as variáveis qualitativas (quantificáveis ou não). Ela investiga o futuro múltiplo e incerto como chave para explicar o presente.

Segundo Saragoza (2018), a ação baseada na antecipação é a finalidade maior da análise prospectiva pois permite explorar o futuro de forma participativa, plausível e útil. O autor explica, entretanto, que prospectiva é diferente de previsão, pois esta se baseia principalmente em modelos pré-definidos, enquanto a prospectiva utiliza cenários como principal instrumento de simulação, conforme explanação da Tabela 4.

**Tabela 4 – Comparação entre previsão e prospectiva**

| Previsão  | Prospectiva   |
|---|---|
| Concentra-se nas certezas; oculta as incertezas.      | Concentra-se nas incertezas, legitimando o seu reconhecimento.          |
| Origina projeções sobre um único ponto e lineares.    | Origina imagens diversas, mas lógicas, do futuro.                       |
| Privilegia as continuidades.                          | Toma em consideração as rupturas.                                       |
| Afirma o primado do quantitativo sobre o qualitativo. | Alia o quantitativo ao qualitativo.                                     |
| Oculta os riscos.                                     | Sublinha os riscos.   |
| Favorece a inércia.                                   | Favorece uma atitude de flexibilidade e o espírito de responsabilidade. |
| Parte do que é simples para o que é complexo.         | Parte do que é complexo para o que é simples.                           |
| Adota uma abordagem normalmente setorial.             | Adota uma abordagem geralmente global.                                  |

Fonte: Saragoza (2018, p. 3)

A prospectiva também é diferente da projeção, pois não considera trajetórias únicas ou extrapolações e sim futuros alternativos (IPEA, 2017). É, portanto, um “processo sistemático e participativo, que envolve a recolha de informações e a construção de visões para o futuro a médio e longo prazo, com o objetivo de informar as decisões tomadas no presente e mobilizar

ações comuns” (NUNES *et al.*, 2002, p. 17). Os autores destacam, entretanto, que a prospectiva não deve ser vista como uma solução rápida, pois os resultados esperados com as análises a longo prazo e as novas redes e capacidades construídas não são alcançados “da noite para o dia” (p. 45).

O objetivo da prospectiva estratégica não é acertar, mas prover elementos para uma decisão futura. Neste sentido, Berger (2004) alerta também para a diferença entre o estudo prospectivo e o método histórico, já que este se utiliza da investigação de acontecimentos, processos e instituições do passado para verificar a sua influência na sociedade de hoje, enquanto a prospecção busca evidenciar futuros possíveis:

O sentido da palavra ‘prospectivo’<sup>164</sup> é evidente. Formada da mesma maneira que retrospectivo, ela se opõe a esta última, pois olhamos para frente e não para trás. Um estudo retrospectivo examina o passado, enquanto que uma pesquisa prospectiva se dedica a estudar o futuro (BERGER, 2004, p. 311).

Estudiosos frequentemente afirmam que a prospectiva estratégica tem uma influência direta sobre o gerenciamento efetivo da inovação (DE MOOR *et al.*, 2014; CONSTANZO, 2004), uma vez que, como um processo espaço-temporal de encontrar caminhos através de múltiplos horizontes de tempo, leva a resultados organizacionais razoáveis como aprendizagem (BEZOLD, 2010) e melhoria na tomada de decisões (HABEGGER, 2010).

Grande parte da dificuldade de lidar com o futuro reside na impossibilidade de prevê-lo. Lançando mão da afirmativa “o futuro não se prevê, prepara-se”, do filósofo Maurice Blondel, Godet e Durance (2011, p. 135) defendem a ideia de pró-atividade existente na prospectiva. Eles afirmam que, “para a prospectiva, o futuro não está escrito, no essencial, mas é antes para ser construído pelos atores mais bem colocados e determinados a bater-se pela vitória dos seus projetos”. Segundo eles, a prospectiva, conforme ensinava Gaston Berger, é “antes de mais nada, uma reflexão para esclarecer a ação presente à luz de futuros possíveis e desejados” (2011, p. 9), já que “as consequências das decisões tomadas hoje produzir-se-ão num mundo totalmente diferente daquele em que foram preparadas” (2011, p. 11). Na visão prospectiva, o presente não é mais resultado do passado e sim do futuro.

---

<sup>164</sup> Lançado em 1957 por Gaston Berger como *la prospective*, o termo ‘prospectiva estratégica’ só foi traduzido satisfatoriamente para a língua inglesa no final dos anos 1990, como “*strategic foresight*”, por Bem R. Martin, num artigo que ficou histórico por conseguir um significado muito próximo ao termo francês. O termo possui outros equivalentes em inglês, como *forescating*, sendo que neste o significado está mais atrelado ao contexto econômico e tecnológico (GODET; DURANCE, 2011).

Godet e Durance (2011) alertam para o perigo de se tomar os desejos pelas realidades. Eles explicam que, apesar das visões de futuro parecerem desejáveis, não se deve tomar decisões baseadas nessas visões *pró*-ativas. Antes de tudo, é preciso ter uma atitude *pré*-ativa, que prepare a organização para as transformações futuras:

Ora não é pelo fato de as visões do futuro ou os cenários parecerem desejáveis que se deve fazer as escolhas e construir o projeto estratégico de uma organização em função dessa visão *pró*-ativa. É preciso também ser *pré*-ativo e preparar-se para as mudanças esperadas na envolvente futura da organização (GODET; DURANCE, 2011, p. 20).

Para os autores, essa atitude *pré*-ativa é o fundamento do planejamento estratégico baseado em cenários e deve fazer parte do ambiente organizacional. Antes de se definir a estratégia, faz-se necessário identificar as incertezas ou desafios do futuro, “sob a pena de perdermos a nossa orientação face a esses desafios” (p. 20) para então desenvolver participativamente um panorama dos futuros possíveis, isto é, dos cenários factíveis. Os autores entendem que “as múltiplas incertezas que pesam sobre o contexto geral, nomeadamente no longo prazo, mostram o interesse da construção de cenários globais para iluminar a escolha das opções estratégicas e assegurar a perenidade do desenvolvimento” (p. 18). A escolha das estratégias, então, é condicionada pela incerteza mais ou menos forte que pesa sobre os cenários e pela natureza mais ou menos contrastada dos cenários mais prováveis. É importante, entretanto, diferenciar os cenários prospectivos das opções estratégicas, e não tomar um pelo outro, pois os cenários são apenas o caminho e a estratégia, um conjunto de elementos selecionados e criteriosamente combinados a partir dessa visão de futuro.

## 5.2 Cenários e métodos prospectivos

O planejamento estratégico com a utilização de cenários prospectivos foi sistematizado na década de 1970 por Pierre Wack, da Royal Dutch/Shell, com base nos estudos de Herman Kahn: “Estávamos familiarizados com a abordagem do cenário do falecido Herman Kahn e ficamos intrigados com suas possibilidades de planejamento corporativo” (WACK, 1985, n.p., tradução nossa)<sup>165</sup>. Ao longo de dez anos após o término da

---

<sup>165</sup> “We were familiar with the late Herman Kahn’s scenario approach and were intrigued by its possibilities for corporate planning”.



Segunda Guerra Mundial (1939-1945), a Shell concentrou-se no desenvolvimento de um sistema chamado *Unified Planning Machinery* (UPM) utilizado para realizar o planejamento de recursos financeiros destinados à expansão de suas operações. Embora sofisticado para a época, era limitado e possibilitava a elaboração semente de um plano financeiro de curto prazo, limitado a seis anos. Segundo Wack, o UPM não era capaz de atender às exigências do setor que entrava em um novo ciclo de projetos de longo prazo.

Para eliminar esse problema, com o decorrer dos anos foram feitos estudos experimentais com o objetivo de identificar como seria o ambiente de negócios no ano 2000. “Ao estudar cuidadosamente algumas incertezas, adquirimos uma compreensão mais profunda de sua interação, o que, paradoxalmente, nos levou a aprender o que era certo e inevitável e o que não era” (WACK, 1985, n.p., tradução nossa)<sup>166</sup>. Foi então que, em 1971, a Shell decidiu tentar o planejamento de cenário para pensar sobre o futuro, pois o novo método apresentava uma estrutura potencialmente melhor do que ao de previsão financeira. A partir disso, foi elaborado um conjunto de cenários que possibilitou à empresa transformar em oportunidade a ameaça da aceleração do preço do petróleo, e assim, superar as outras multinacionais do setor. O autor explica que:

Estratégias são o produto de uma visão de mundo. Quando o mundo muda, os gerentes precisam compartilhar uma visão comum do novo mundo. Caso contrário, decisões estratégicas descentralizadas resultarão em anarquia de gerenciamento. Os cenários expressam e comunicam essa visão comum, um entendimento compartilhado das novas realidades para todas as partes da organização (WACK, 1985, n.p., tradução nossa)<sup>167</sup>.

Segundo o autor, a melhor atitude é aceitar a incerteza, compreendendo-a e tornando-a parte do raciocínio, pois não é simplesmente algo ocasional e temporário, mas faz parte da estrutura básica do ambiente de negócios. Por esta razão, o método prospectivo com utilização de cenários, utilizado para pensar e planejar o futuro, leva em consideração o fato de que as alterações fazem parte desse ambiente. Para Wack, a capacidade de lidar de forma rápida com as mudanças garante a continuidade do processo:

---

<sup>166</sup> “By carefully studying some uncertainties, we gained a deeper understanding of their interplay, which, paradoxically, led us to learn what was certain and inevitable and what was not”.

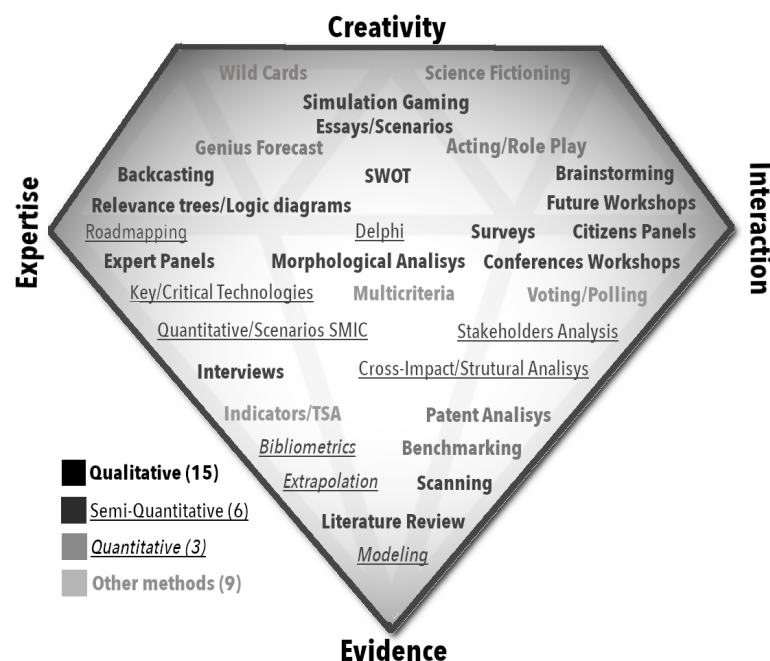
<sup>167</sup> “Strategies are the product of a worldview. When the world changes, managers need to share some common view of the new world. Otherwise, decentralized strategic decisions will result in management anarchy. Scenarios express and communicate this common view, a shared understanding of the new realities to all parts of the organization”.

Assim como a logística de fornecimento de um exército precisa ser adaptada ao tipo de guerra que está sendo travada, a logística de planejamento de cenários requer uma capacidade de lidar fácil e rapidamente com alternativas. Sem isso, todo o processo pode ser paralisado por um gargalo (1985, n.p., tradução nossa)<sup>168</sup>.

Para Godet e Roubelart (1996), o método de cenário é especialmente eficaz pois permite estimular o pensamento estratégico e a comunicação dentro das organizações; melhorar a flexibilidade interna da resposta à incerteza do ambiente e fornecer uma melhor preparação para possíveis falhas do sistema; além de reorientar as opções de políticas de acordo com o contexto futuro.

Na visão de Popper (2008), métodos prospectivos são arranjos das ferramentas utilizadas na investigação de futuros, e cenários é uma delas. Através de uma pesquisa sistemática que durou quatro anos e que analisou cerca de dois mil documentos, ele identificou 33 métodos empregados na formulação do planejamento estratégico prospectivo, que foram exemplificados no Diamante da Prospectiva (Figura 33):

**Figura 33 – Diamante da Prospectiva**



Fonte: Popper (2008). Adaptado pela autora.

<sup>168</sup> “Just as the logistics of supply for an army have to be adapted to the type of war being fought, the logistics of scenario planning require a capacity to deal easily and quickly with alternatives. Without it, the whole process can be paralyzed by a bottleneck”.

Conceitualmente, cenários são histórias sobre o futuro elaboradas com o propósito de direcionar a tomada de decisões. É um método de análise que tem como objetivo o planejamento em uma visão de longo prazo: “A construção de cenários é uma ferramenta para ordenar percepções sobre ambientes futuros alternativos nos quais as consequências de sua decisão vão acontecer, ou, ainda, um salto imaginativo no futuro” (SCHWARTZ, 2000, p. 15).

Moritz e Pereira (2005) também defendem a utilidade da análise de cenários. Para eles, a metodologia permite às organizações não só criar cenários futuros, mas construir respostas rápidas às mudanças do ambiente que são percebidas ao longo do desdobramento das cenas e trajetórias, uma vez que esse ambiente é incerto e o futuro, improvável.

É importante destacar, de acordo com Marcial e Grumbach (2006, p. 18), que a principal finalidade dos estudos prospectivos não é “prever o futuro, mas estudar as diversas possibilidades de futuros plausíveis existentes, preparando as organizações contemporâneas para enfrentar o ambiente competitivo, ou criar condições para que modifiquem suas probabilidades de sobrevivência, ou até mesmo minimizar seu potencial de crise”.

Marcial (2015) explica que o futuro é moldado por forças de mudanças, também chamadas de sementes de futuro. A identificação dessas forças é a chave do processo de construção dos cenários. A ideia é compartilhada por Glenn (1994, p.4): “as forças naturais, sociais, políticas, científicas e tecnológicas determinam fortemente o futuro”.

Sementes são elementos existentes no passado e no presente que podem condicionar o desenvolvimento de realidades futuras. Há diversas sementes de futuro, que são as variáveis relacionadas ao processo de cenarização, conforme pode ser observado na Tabela 5:

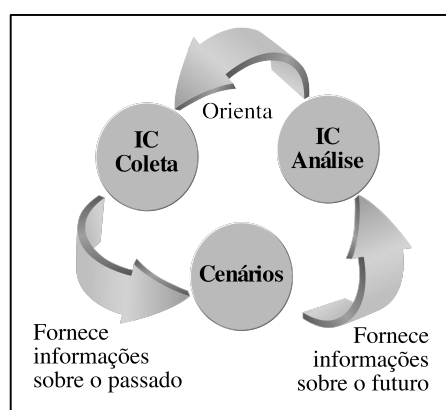
**Tabela 5 – Tipos de sementes de futuro**

| Tipo<br>Comportamento                    | Tendência<br>de Peso | Fato pré-<br>determinado | Fato Portador<br>de Futuro | Incerteza<br>Crítica | Surpresa<br>Inevitável    | Coringas<br>(wildcards) |
|--|----------------------|--------------------------|----------------------------|----------------------|---------------------------|-------------------------|
| Probabilidade de<br>ocorrência           | Alta                 | Alta                     | Incerta                    | Incerta              | Alta                      | Baixa                   |
| Grau de surpresa                         | Baixo                | Baixo                    | Incerto                    | Incerto              | Alto                      | Alto                    |
| Materializa-se<br>rapidamente            | Não                  | Não                      | Não                        | Não                  | Não                       | Sim                     |
| Determina a lógica<br>dos cenários       | Não                  | Não                      | Na maioria<br>das vezes    | Sim                  | Não                       | Sim                     |
| Variação ao<br>longo do tempo            | Sentido<br>conhecido | Invariante               | Incerta                    | Incerta              | Incerta                   | Incerta                 |
| Comportamento<br>futuro                  | Conhecido            | Não<br>conhecido         | Não<br>conhecido           | Não<br>conhecido     | Parcialmente<br>conhecido | Não<br>conhecido        |
| Complementam<br>o enredo dos<br>cenários | Sim                  | Sim                      | Não                        | Não                  | Sim                       | Não                     |

Fonte: IPEA (2017).

Marcial e Costa (2001, p.7) afirmam que os cenários são “um dos instrumentos de análise que compõem o processo de produção de inteligência nas organizações”, havendo uma “grande integração entre cenários e Inteligência Competitiva (IC) (Figura 34). A IC é um processo de análise e captação de informações que tem o objetivo de se antecipar às demandas e novidades do mercado, ampliando as condições de competitividade das organizações, segundo afirmam os autores. Uma das ferramentas utilizadas pela IC, e que serve de contribuição para o processo de elaboração de cenários, é a criação de uma rede de especialistas internos e externos que exercem o papel de disseminadores de conceitos e massa crítica na empresa pois, segundo Marcial e Costa (p. 14), “além de melhorar a qualidade dos cenários elaborados, viabilizaria o rápido fornecimento de informações que auxiliariam esses administradores em suas decisões de curto prazo”.

**Figura 34 – Interação entre Cenários e Inteligência Competitiva**



Fonte: Marcial e Costa (2001).

### 5.3 Futuros possíveis

De acordo com Godet e Durance (2011, p. 46), não existe uma abordagem metodológica única para a construção de cenários. Elas, entretanto, buscam “construir representações dos futuros possíveis, bem como das sequências de acontecimentos que a eles conduzem”. Em relação ao futuro, Berger (2004, p. 317) afirma que não é algo que se situa apenas no campo das possibilidades, mas também que se encontra em constante evolução: “O futuro não é somente o que pode acontecer, ou aquilo que tem as maiores chances de suceder. Ele é, também, em uma proporção que não para de crescer, aquilo que nós gostaríamos que ele fosse”.

Godet e Roubelat (1996) entendem que o futuro é a mola mestra do cenário, que pode ser dividido em três tipos: cenário como a descrição de um futuro possível (todos os que podem ser imaginados), de um futuro realizável (aqueles que são possíveis, levando em consideração determinadas restrições) ou de um futuro desejável (é possível, mas não necessariamente executável).

Segundo Costa Filho (2011, p. 24), a visão de futuro é construída por meio da identificação das variáveis, ou incertezas, que moldam o horizonte de longo prazo. Ele adverte que “o futuro passa a conter – basicamente e não excepcionalmente – uma ‘incerteza não estruturada’” e que, por este motivo, pensar a longo prazo diz respeito, incontestavelmente, à necessidade de uma proteção *ex-ante* (anterior). Como o futuro começa no presente e se estende infinitamente, a primeira atitude é considerar o horizonte de planejamento, que é o período de tempo que o plano abordará.

Neste sentido, e a fim de padronizar e sistematizar a definição do período de análise para o planejamento estratégico, o cientista de sistemas Earl Joseph (*apud* SHILLITO; DE MARLE, 1992), categorizou o futuro em cinco horizontes de tempo: ano; de um a cinco anos; vinte anos; de vinte a cinquenta anos; e além dos cinquenta anos. Esses cortes temporais permitem estabelecer uma estratégia mais definida no planejamento.

Em relação à tecnologia militar, a especificação do período relativo ao planejamento atende a algumas especificidades. Kott e Perconti (2008) explicam que as previsões são estimadas em um intervalo de 11 a 30 anos (com algumas exceções), devido ao tempo necessário para o desenvolvimento completo de alguns tipos de sistemas militares complexos e para que o programa de aquisição de defesa possa se preparar dentro dessa estimativa.

Baseada nesses parâmetros, essa pesquisa procurou estudar futuros plausíveis da guerra naval nos próximos de 30 anos. Ressalta-se, desta forma, a contribuição do presente trabalho para o estabelecimento de uma visão de longo prazo alinhada às possibilidades dos futuros desejáveis e exequíveis pois, como afirmou o Barão do Rio Branco: “navios e marinheiros não se improvisam” (PEREIRA, 2012, p. 219).

#### **5.4 Aplicação de estudos prospectivos nas Forças Armadas**

Apontada na década de 1950 por Gaston Berger<sup>169</sup> como corrente de pensamento da área de gestão e planejamento (SARAGOZA, 2018), a prospectiva, juntamente com a análise de cenários, se consolidou no decorrer dos anos como ferramenta metodológica de crescente

---

<sup>169</sup> “Gaston Berger é considerado por muitos como o ‘pai’ da prospectiva francesa. Foi diretor-fundador da *Centre Internacional de Prospective e da revista Prospective* (SARAGOZA, 2018, p. 1).

importância no planejamento estratégico de longo prazo das forças armadas, principalmente em tempos de grande incerteza e risco, conforme afirma o Exército Brasileiro:

O planejamento estratégico realizado com base em cenários prospectivos auxilia a reduzir as incertezas que impactam a Instituição em um mundo caracterizado pela volatilidade, complexidade e ambiguidade, permitindo-lhe evitar ou mitigar a surpresa estratégica (BRASIL, 2016, n.p.).

Marcial e Grumbach (2006, p.27) explicam que, a partir do pós-guerra, o surgimento de dois fatores conjunturais, a Guerra Fria e a reconstrução da Europa, levaram os especialistas em planejamento a se afastar de suas técnicas matemáticas de previsão clássica e adotar novas metodologias que permitissem um melhor planejamento estratégico. Enquanto nos EUA os “problemas militares relacionados com a Guerra Fria deram origem ao ramo militar da prospectiva, na Europa, as preocupações estavam voltadas para a reconstrução econômica da região, dando origem ao ramo econômico da prospectiva”.

Eles esclarecem que, logo após a Segunda Guerra Mundial (1939-1945), a Força Aérea norte-americana contratou uma equipe de especialistas para elaborarem um planejamento que indicasse o caminho que deveria ser seguido em relação ao emprego estratégico e tático do material bélico no futuro. Como resultado, o grupo publicou um artigo no qual salientava a importância estratégica das comunicações via satélites artificiais. Ironicamente, “o trabalho não foi reconhecido na ocasião, mas, 10 anos depois, quando a URSS lançou seu primeiro foguete no espaço, o *Sputnik*, os autores do artigo foram convidados a comparecer perante o Congresso norte-americano para prestar esclarecimentos” (MARCIAL; GRUMBACH, 2006, p. 27).

Apesar de não ter sido reconhecida, a pesquisa deu origem a um dos maiores centros de estudos prospectivos mundiais – a Rand Corporation – localizada nos EUA, que foi criada com a incumbência de estudar e solucionar o *missile gap*, termo usado pelos norte-americanos na Guerra Fria para nomear a suposta superioridade bélica dos russos, segundo revelam os autores. A partir de então, a empresa passou a ser reconhecida por sua importância na prospectiva estratégica militar: “As técnicas e métodos empregados já estabeleciam conceitos de vários futuros possíveis, principal característica da prospectiva, em oposição à previsão clássica de um futuro único” (MARCIAL; GRUMBACH, 2006, p. 27).

Como exemplo da importância dessa visão antecipada, Costa Filho (2011, p. 24) cita a aplicação da prospectiva na estruturação da capacidade tecnológica, já que esta é um

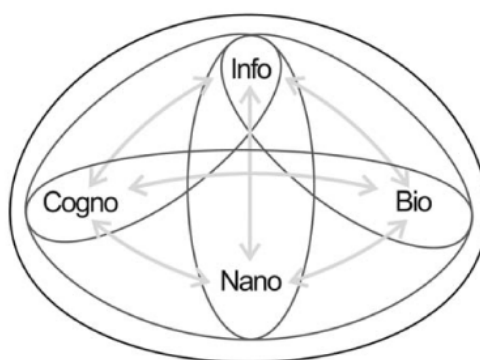
instrumento do poder de dissuasão das Forças Armadas, pois “não se constrói poder de dissuasão do dia para a noite”. A ideia reforça a defesa da soberania do Estado:

As descobertas ou inovações classificadas como tecnologias sensíveis são de difícil ou impossível acesso. Uma ótica prospectiva de proteção *ex-ante* impõe desenvolvê-las autonomamente ou tentar alcançá-las através de outras fontes, se o país deseja dispor de um poder de dissuasão compatível com sua grandeza e seus objetivos nacionais permanentes (COSTA FILHO, 2011, p. 24).

Seguindo este caminho, que considera a atitude prospectiva necessária para o planejamento militar, o autor destaca que rupturas ou inflexões na história humana são provocadas por fatos portadores de futuros que estão muito mais determinantes no mundo atual. Fatos portadores de futuro, ou sementes de futuro, como visto anteriormente, “são fatos ou sinais existentes no passado e no presente que sinalizam possibilidades de eventos futuros” (MARCIAL, 2011b, p.18).

Costa Filho (2011) explica que essas rupturas são resultado da evolução da convergência tecnológica. Segundo ele, esta convergência, ou integração de várias tecnologias, pode ser observada em um programa norte-americano que reúne 300 projetos destinados à continuidade da hegemonia dos EUA e que reúne quatro áreas, ou “avenidas tecnológicas” identificadas pela sigla NBIC (Nano, Bio, Informação, Cognição), conforme Figura 35.

**Figura 35 – NBIC – Convergência Tecnológica**



Fonte: Fioravanti (2012).

Esse *cluster* tecnológico, segundo Cavalheiro (2007), evoluiu no meio científico, de uma simples tendência, para um movimento que vem se dedicando a acelerar essa integração.

Ele explica que a convergência tecnológica tem sido a força motriz das recentes iniciativas relacionadas às inovações, com implicações relevantes na aplicação militar da tecnologia NBIC:

Devido às alterações radicais na natureza dos conflitos humanos ocorridos recentemente, os serviços de defesa nacionais podem ser fortalecidos a partir da Convergência Tecnológica nas áreas de antecipação de ameaças, na construção de veículos de combate teleguiados, na educação e no treinamento para a guerra, na elaboração de respostas adequadas às ameaças químicas, biológicas e físicas; no desenvolvimento de novos sistemas de combate, no tratamento não-medicamentoso para aumentar o desempenho humano e nas aplicações de interfaces entre os seres humanos e instrumentos ou dispositivos (CAVALHEIRO, 2007, p.27).

É com a preocupação no tocante às consequências de um possível descompasso tecnológico devido à falta de observância desse movimento convergente, em comparação a outros países dominantes, que Costa Filho aconselha uma atitude previdente em relação à prontidão nacional:

Parece prudente que o Brasil acenda neste tema alguma luz de alerta, suficientemente forte para acompanhar o estado da arte nesta matéria, e para tentar aproximar-se dos seus resultados. Estes resultados tudo mudarão, a ponto de um organismo canadense conceber uma sigla alternativa, com correspondência biunívoca, BANG – de bit, átomo, neurônio e gene –, apenas para alertar-nos a todos mediante um slogan genial: ‘O mundo começou com um *big bang*. Cuidemos para que não se acabe com um *small bang*’ (COSTA FILHO, 2011, p. 27).

Na estratégia de defesa, equipamentos mais sofisticados têm suas funções inequívocas. Para Paiva (201, p. 36), as vulnerabilidades das áreas estratégicas no Atlântico Sul, na plataforma continental e no litoral brasileiro são questões de suma importância e que precisam ser observadas sob a luz das capacidades militares navais disponíveis: “o controle destas áreas – onde estão as bacias petrolíferas, as reservas do pré-sal e por onde passam 90% do comércio marítimo do país – pela Marinha (é) muito difícil, considerando os recursos da Armada”.

O planejamento prospectivo que, segundo o Ministério da Defesa (MD), constitui-se parte inicial do desenvolvimento da estratégia militar, tem essa função de prover uma visão antecipada das necessidades estruturais e tecnológicas das forças militares. Com os estudos prospectivos, o MD “busca formular uma antevisão de futuro para o qual será preparada a capacitação militar requerida para a Defesa do País” (BRASIL, 2005, p. 11).



Além de auxiliar na identificação dos recursos necessários, os cenários prospectivos fornecem um conhecimento prévio das condições político-estratégicas em que deverão ser empregadas as forças militares:

Este conhecimento antecipado é fundamental, tanto pelo aspecto da economia de recursos como pela adequabilidade estratégica, uma vez que propicia condições favoráveis para os planejamentos estratégicos, diferentemente do que ocorre quando as forças operam em cenários desconhecidos, situação em que não se pode, previamente, identificar aspectos relevantes e tampouco ter o conhecimento de possíveis vantagens e desvantagens estratégicas (BRASIL, 2005, p. 12).

As situações pertinentes à segurança e à defesa mostram tendências relativamente sólidas, mas que possuem alto grau de transformação no longo prazo, conforme afirma Morgenthau (2003). Segundo ele, “as Forças Armadas de hoje e do futuro [...] serão cada vez menos organizações de massa, herdadas das guerras mundiais, e mais e mais formações baseadas no uso intensivo da logística e na promoção e utilização do avanço acelerado das tecnologias”.

Segundo Pirró e Longo (2007), não há consenso no debate acerca da influência tecnológica na estratégia militar e no conceito operacional. De acordo com os autores, para uma corrente de analistas, “todas as estratégias e conceitos operacionais são condicionados pelos equipamentos disponíveis” (p. 121), enquanto outros rejeitam o determinismo tecnológico ao defender que as tecnologias estão subordinadas aos objetivos militares, e não o contrário.

Na visão de Schmidt (2013, p.40), porém, “as inovações significativas na tecnologia de armas são potencialmente capazes de induzir modificações radicais na distribuição do poder”. Ele afirma que a relevância militar atual dos países está mais voltada para uma disputa pela liderança tecnológica na produção de armas e sistemas de armas, enquanto que, anteriormente, a hegemonia se dava com a capacidade industrial de fabricação de armas em grande escala.

Ao olhar para o futuro da guerra, é possível perceber que o ambiente de segurança está sempre em movimento. Estudos prospectivos mostram que as mudanças ocorrem em um ritmo irregular e, ao longo do tempo, tornam-se mais graves a ponto de causar uma ruptura nos pressupostos já estabelecidos (U.S. JOINT STAFF, 2016).

Porque o futuro é imprevisível, a guerra assemelha-se a “uma corrida entre beligerantes para corrigir as consequências das crenças erradas com que entraram em combate” (GRAY,

2007, tradução nossa)<sup>170</sup>. Ainda que olhar para este futuro seja um desafio, essa dificuldade requer das forças militares considerar antecipadamente as exigências da guerra futura.

## 5.5 Metodologia da pesquisa

Partindo-se do pressuposto que “não há ciência sem o emprego de métodos científicos” (MARCONI; LAKATOS, 2011, p.44) e que, “em seu sentido mais geral, o método é a ordem que se deve impor aos diferentes processos necessários para atingir um fim dado ou um resultado desejado” (CERVO; BERVIAN, 1978, p. 17), entende-se que as regras definidas para a prática desta pesquisa, ainda que seja produto de arranjos metodológicos, são resultado de decisões criteriosas para sistematizar a atividade científica.

Assim sendo, o procedimento adotado para atender aos objetivos de se chegar à compreensão de como será o ambiente operacional de uma guerra naval pós-humana em um futuro estimado em 30 anos, levou em consideração alguns critérios específicos de ordenamento lógico do raciocínio indutivo associado aos métodos prospectivo e de cenários de Michel Godet (1993; 2018), Peter Schwartz (2000) Porter (1989), Marcial e Grumbach (2006) e a técnica Delphi, concebida pela RAND Corporation (HELMER, 1967).

Sobre o método indutivo, Marconi e Lakatos (2011, p. 53) explicam que “indução é um processo mental por intermédio do qual, partindo de dados particulares, suficientemente constatados, infere-se uma verdade geral ou universal, não contida nas partes examinadas”. No entanto, as premissas não presumem uma conclusão verdadeira, mas apenas conclusões prováveis, como explicam Cervo e Bervian (1978, p. 25): “pode-se afirmar que as premissas de um argumento indutivo correto sustentam ou atribuem certa verossimilhança a sua conclusão. Assim, quando as premissas são verdadeiras, o melhor que se pode dizer é que sua conclusão é, provavelmente, verdadeira”.

Da mesma forma como “a prospectiva alimenta-se da história” (GODET; DURANCE, 2011, p. 1), o método indutivo observa os fatos ou fenômenos existentes para descobrir as causas de sua manifestação e assim classificá-los segundo a relação constante entre eles. Neste processo, adotam-se precauções a fim de se certificar que a relação que se pretende generalizar é verdadeiramente essencial e não acidental, evitando-se aproximações entre fenômenos e fatos diferentes onde haja semelhança acidental, priorizando, desta forma, o tratamento objetivo (MARCONI; LAKATOS, 2011).

---

<sup>170</sup> “a race between belligerents to correct the consequences of the mistaken beliefs with which they entered combat”.

Elaine Marcial, em sua contribuição para o estudo “Brasil 2035: cenários para o desenvolvimento” (IPEA; ASSECOR, 2017, p. 93), sustenta que, com base em um método científico, “uma boa metodologia de planejamento por cenários deve integrar ciência e arte de forma a unir dados e informações sobre o passado e presente a visões criativas a respeito do futuro”. Essa abordagem holística acerca do passado, presente e futuro é necessária para a construção de visões de futuro consistentes, coerentes e plausíveis. Sob esse aspecto, é necessário que o método dê condições aos cenaristas de enxergar além das informações apreendidas no presente e no passado. Marcial sustenta que as organizações e países passaram a adotar metodologias de planejamento por cenários “para iluminar o processo decisório em ambientes turbulentos” característicos do mundo atual.

Na medida em que os cenários prospectivos ganharam importância para o planejamento estratégico de longo prazo, diversos especialistas contribuíram com metodologias sistemáticas, desenvolvendo “técnicas de apoio, avaliação e análise para a construção de cenários” Lima e Curado (2017, p. 11). Segundo estes, os métodos mais utilizados ultimamente são aqueles elaborados por Godet (1993), Schwartz (2000), Porter (1989) e Grumbach (MARCIAL; GRUMBACH, 2006). Apesar de apresentarem diferenças na quantidade de fases e nas ferramentas de prospectiva que utilizam, os métodos apresentam semelhanças entre si (Tabela 6).

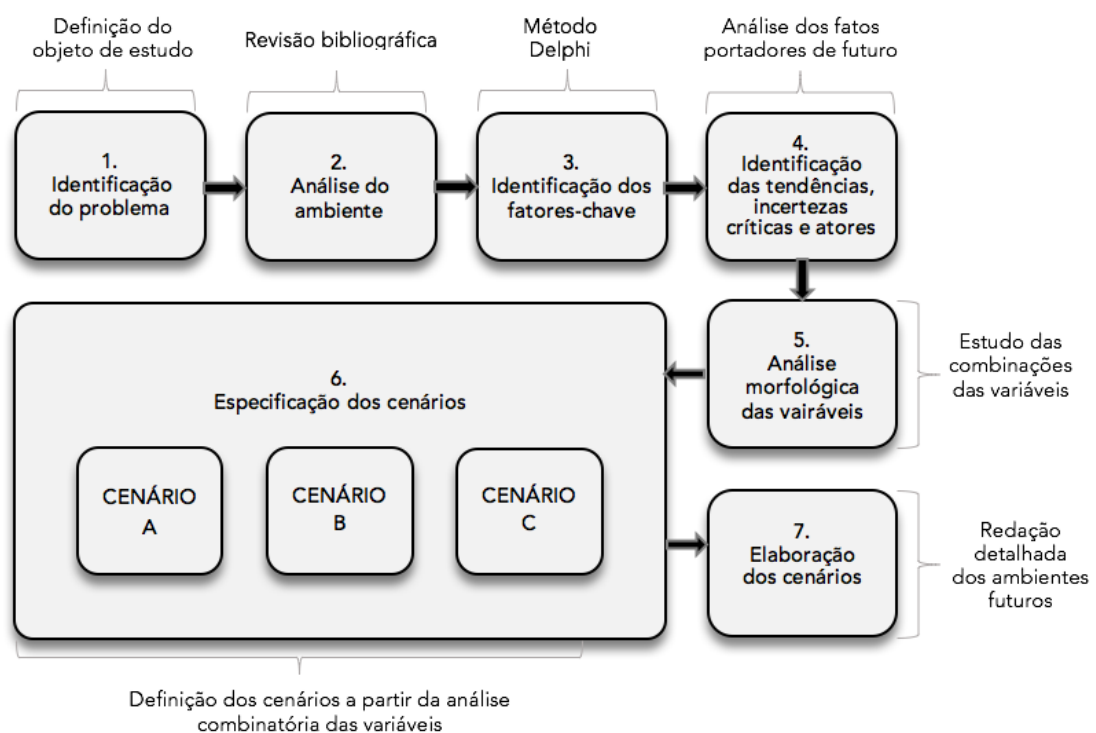
**Tabela 6 – Etapas dos métodos de construção de cenários**

| Godet  | Schwartz (GBN)  | Porter   | Grumbach                 |
|--|---|--|--------------------------|
| Delimitação do sistema e do ambiente                 | Identificação da questão principal                    | Definição do propósito do estudo                 | Identificação do sistema |
| Análise retrospectiva da situação atual              | Identificação dos fatores-chave                       | Estudo histórico e da situação atual             | Diagnóstico estratégico  |
| Análise estrutural do sistema e do ambiente          | Identificação das forças motrizes (macrotendências)   | Identificação das incertezas críticas            | Diagnóstico estratégico  |
| Seleção de condicionantes de futuro                  | Ranking das incertezas críticas                       | Comportamento futuro das variáveis/ concorrência | Visão estratégica        |
| Geração de cenários                                  | Definição da lógica dos cenários                      | Elaboração das histórias dos cenários            | Visão estratégica        |
| Teste de consistência, ajustes e disseminação        | -   | -  | Consolidação             |
| Opções estratégicas e planos/monitoração estratégica | Análise de implicações e opções                       | Elaboração das estratégias competitivas          | Consolidação             |
| Opções estratégicas e planos/monitoração estratégica | Sinalização de indicadores e sinalizadores principais | -  | Consolidação             |

Fonte: Lima e Curado (2017)

O método de coleta de informações para o desenvolvimento de cenários, segundo Notten *et al* (2003), leva em consideração uma abordagem participativa e de pesquisa documental. O processo de cenarização empregado neste estudo considerou esse tratamento e adotou como base os métodos apresentados na Tabela 6. Sistematizado em sete etapas, foram combinados criteriosamente no modelo componentes das metodologias para eliminar sobreposições (Figura 36), conforme exposto a seguir:

**Figura 36 – Etapas da metodologia da pesquisa**



Fonte: Elaborado pela autora.

Como ferramenta auxiliar do processo de estruturação das etapas, utilizou-se, de forma simplificada, a técnica *Six Thinking Hats (STH)*, desenvolvida por Edward de Bono (1985), que permite analisar várias perspectivas de um mesmo problema, adotar soluções criativas e inovadoras, e colaborar no desenvolvimento da tomada de decisão. O processo permitiu uma elaboração mais abrangente dos elementos da matriz de análise SWOT, utilizada nas fases de diagnose do macroambiente.

O método utiliza o processo de pensamento separado em seis funções e papéis claramente definidos, simbolizados por chapéus de cores diferentes, que são utilizados na sequência ou combinadas: *white hat* (exposição dos fatos e informações disponíveis); *red hat*

(apresentação das ideias sobre como o fato poderia ser resolvido usando a intuição), *black hat* (enumera as desvantagens sobre as ideias expostas); *yellow hat* (apresenta as vantagens e valor das ideias expostas); *green hat* (se concentra na criatividade para apresentação de alternativas, novas ideias e percepções; e *blue hat* (com uma visão panorâmica, coordena e controla o processo) (BONO, 1985).

### 5.5.1 Identificação do problema

Como primeira etapa do processo, foram adotados os seguintes procedimentos para identificação da questão principal e avaliação preliminar situacional do problema, a fim de se realizar a delimitação do objeto da pesquisa:

1) A partir do conhecimento obtido nos estudos aplicados nas disciplinas do mestrado, da observação de temas correlatos em simpósios e eventos com abordagem relativa à defesa e de uma revisão bibliográfica elementar de artigos e obras de autores consagrados nacional e internacionalmente, identificou-se o tema da redução da presença humana na guerra naval do futuro, resultante do avanço tecnológico, como um acontecimento inevitável, de alta complexidade e relevância, e relativamente pouco investigado no âmbito mundial.

2) Diante desse reconhecimento, definiu-se a questão orientadora da pesquisa: *A guerra naval do futuro ocorrerá em um ambiente operacional altamente tecnológico sem a presença de soldados humanos?* A questão orientadora, segundo Marcial (2011), tem como objetivo dar foco ao trabalho, referindo-se, portanto, a uma questão estratégica que motivou a construção dos cenários. Deve ser elaborada em forma de pergunta, pois é um questionamento que se faz ao futuro.

3) Posteriormente, foram demarcados os aspectos fundamentais que fazem parte do escopo do trabalho, por meio de análise diagnóstica do ambiente.

### 5.5.2 Análise do ambiente

A análise diagnóstica foi realizada por meio de pesquisa exploratória do micro e macroambiente<sup>171</sup> relativo ao objeto de estudo, com o objetivo de obter uma visão mais nítida acerca da questão orientadora. Foram utilizadas análise retrospectiva (*backcasting*) e da

---

<sup>171</sup> Na análise do ambiente competitivo, foram contempladas as dimensões tecnológica, geopolítica, social, econômica e defesa/segurança internacional, que são aquelas mais relacionadas ao macroambiente estudado nesta pesquisa.

situação atual por meio de revisão bibliográfica manual e online – em sites, documentos oficiais, artigos científicos e obras de autores renomados especializados em defesa, tecnologia militar e estudos prospectivos.

Na construção da matriz SWOT (Figura 37) foram pontuadas as forças, fraquezas, oportunidades e ameaças relativas ao ambiente operacional da guerra naval do futuro. A utilização da matriz permitiu efetuar uma síntese das análises internas e externas e identificar elementos-chave relacionados ao contexto do objeto da pesquisa, sob o olhar da complexidade característica proveniente das questões de defesa e relações internacionais.

**Figura 37 – Análise SWOT do macroambiente**

|                          | <b>FORÇAS</b>  | <b>FRAQUEZAS</b>  |
|--------------------------|--|---|
| <b>ASPECTOS INTERNOS</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Domínio do processo tecnológico</li> <li>- Domínio de armas autônomas</li> <li>- Capacidade de mobilização operacional</li> <li>- Expertise em planejamento estratégico</li> <li>- <i>Animus cooperandi</i></li> </ul>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Limitação de recursos</li> <li>- Inépcia na resposta às novas ameaças</li> <li>- Dificuldade em assimilar as evoluções tecnológicas</li> <li>- Dependência militar de outros Estados</li> </ul>  |
|                          | <b>OPORTUNIDADES</b>   | <b>AMEAÇAS</b>  |
| <b>ASPECTOS EXTERNOS</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- <i>Spin off</i> de desenvolvimento tecnológico</li> <li>- Aumento da oferta de novas tecnologias</li> <li>- Acesso ao domínio espacial</li> <li>- Inexistência de fricções interestatais que afetem o equilíbrio mundial</li> <li>- <i>Animus cooperandi</i> – criação de fóruns multilaterais</li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aumento da nuclearização dos Estados</li> <li>- Aumento das novas ameaças</li> <li>- Aumento de ataques cibernéticos</li> <li>- Instabilidade política e social devido a desastres ambientais</li> <li>- Incremento de artefatos autônomos ou remotamente controlados em atividades criminosas ou terroristas</li> <li>- Falta de programa de aquisição de materiais a longo prazo</li> <li>- Redução do nível de gastos militares devido à retração econômica</li> <li>- Controle militar do domínio espacial por grandes potências</li> <li>- <i>Animus dominandi</i></li> </ul> |

Fonte: Elaborado pela autora.

O levantamento do arcabouço atual e histórico facilitou a identificação das forças-motrizes e seus motivadores, que agem sobre o objeto de estudo (Tabela 7). As forças-motrizes são variáveis que podem exercer influência ou causar impacto na evolução da questão principal (MARCIAL, 2011).

Assim como na física o movimento do objeto pode ser previsto pela análise das forças exercidas sobre ele, a dinâmica das forças-motrizes oferece elementos para se visualizar uma ampla gama de futuros desafiadores, porém plausíveis.

**Tabela 7 – Principais forças-motrizes e fatores motivadores**

| Dimensão    | Força-motriz   | Motivadores  |
|-------------|--|--|
| Social      | - Desigualdade social  | - Aumento da concentração de renda   |
|             | - Altos níveis de criminalidade e da sensação de insegurança                             | - Elevação das tensões domésticas<br>- Retração da oferta de emprego por questões econômicas e tecnológicas (como a robotização)<br>- Restrição aos direitos sociais básicos   |
| Geopolítica | - Multipolaridade  | - Surgimento de distintos centros de poder<br>- Formação de novos blocos geopolíticos  |
|             | - Multilateralismo   | - Aumento de acordos econômicos, políticos e militares entre Estados<br>- Necessidade de recursos naturais e energéticos   |
|             | - Tensões nacionais e internacionais   | - Disputa pela hegemonia<br>- Aumento de refugiados ambientais e resultantes de conflitos<br>- Aumento da demanda energética e de recursos naturais<br>- Grupos ultranacionalistas<br>- Operações de influência online<br>- Terrorismo |
| Econômica   | - Aumento da renda nos países da região Ásia-Pacífico                                    | - Elevação da produção de bens de consumo duráveis de alto padrão  |
|             | - Deslocamento do poder econômico global   | - Ascensão de mercados emergentes na cadeia de valor<br>- Reserva crescente de talentos altamente qualificados na área de gestão dos mercados emergentes   |
| Tecnológica | - Aceleração do progresso científico e tecnológico                                       | - Maior universalidade do conhecimento científico<br>- <i>Spin off</i> tecnológico   |
|             | - Aumento da oferta de tecnologias disruptivas (Inteligência Artificial e autônoma etc.) | - Redução do custo de desenvolvimento<br>- Aumento da demanda<br>- Aumento da securitização dos Estados  |
|             | - Convergência tecnológica   | - Integração de infraestruturas de sistemas e dispositivos   |
|             | - Cibercrimes  | - Fluxo de dados por redes estrangeiras elevando risco de acesso externo e negação de serviço.   |

| Dimensão | Força-motriz   | Motivadores  |
|----------|--|--|
| Militar  | - Novas potências militares  | - Novos desafios nos limites marítimos<br>- Aumento da securitização dos Estados   |
|          | - Aumento da corrida armamentista  | - Fracasso nos pactos de controle de armas<br>- Aumento da rivalidade entre as potências<br>- Armas de destruição em massa |
|          | - Aumento dos conflitos domésticos e interestatais   | - Resultado da permanência das novas ameaças e interesses geopolíticos   |
|          | - Armas com tecnologias disruptivas avançadas (biotecnologia, inteligência artificial, nanotecnologia, robótica) | - Maior eficiência na Defesa<br>- Projeção de poder<br>- Manutenção do <i>status</i> geopolítico                           |

Fonte: IPEA/ASSECOR (2017); Stratfor Worldview (2019); DCDC (2015); NATO (2017); PWC (2018); COATS (2019). Elaborado pela autora.

### 5.5.3 Identificação dos fatores-chave

Para identificação dos fatores-chave, foi utilizado o método Delphi. Criado por Abraham Kaplan *et al* (1949) e cujo nome foi dado em referência ao mitológico e homônimo oráculo grego, o método começou a ser mais intensamente desenvolvido nos anos 1950 pela RAND Corporation, a pedido da Força Aérea dos EUA para estudos da guerra intercontinental (KEENEY; HASSON; MCKEENA 2011). O objetivo principal dessa técnica é encontrar o consenso entre especialistas sobre um determinado assunto por meio da estimativa da probabilidade e do impacto das variáveis em acontecimentos futuros. Sua utilização permite a criação de cenários singulares e distintos entre si, capazes de fornecer subsídios para os tomadores de decisão construírem planos estratégicos de longo prazo (HELMER, 1967).

A técnica se baseia em uma abordagem estruturada semi-quantitativa (POPPER, 2008) de sucessivos questionários (ou rodadas) para obter convergência de opiniões por meio de respostas de um grupo de especialistas previamente selecionados. Uma das principais vantagens do método é que ele permite reunir um conjunto de opiniões de pessoas separadas geograficamente por meio de um processo de comunicação coletiva. Enviados geralmente por meio eletrônico, de maneira sequencial, esses questionários, que variam entre perguntas abertas ou fechadas, buscam obter uma ampla gama de variáveis inter-relacionadas com suas características multidimensionais comuns à maioria dos problemas complexos (GUPTA; CLARKE, 1996).



O anonimato proporcionado pelo envio privativo do questionário é outra das principais vantagens da pesquisa Delphi, pois, segundo explicam Gupta e Clarke (1996, p.186, tradução nossa)<sup>172</sup>, “ajuda os especialistas a revisar seus pontos de vista sem admitir publicamente que o fizeram, encorajando-os a adotar um ponto de vista mais pessoal do que uma posição institucional cautelosa”. Por não ser presencial, a técnica também facilita a participação dos especialistas ao possibilitar flexibilidade de tempo, hora e local para que as perguntas sejam respondidas – ainda que esse tempo esteja dentro de um prazo determinado.

A cada rodada de questionários, os resultados são analisados para se identificar as tendências e opiniões que destoam do conjunto. A partir das respostas recebidas, novo questionário é elaborado e reenviado para o grupo. Desta forma, os especialistas vão encadeando as suas respostas, que serão analisadas novamente pelos coordenadores da pesquisa. Nova rodada é iniciada até que seja atingido um consenso. Como não ocorre a presença física dos participantes, este método é apropriado em situações em que os elementos do grupo estejam distantes geograficamente, levando a resultados consistentes sobre temática complexa e abrangente.

A técnica Delphi é uma ferramenta que proporciona o aprendizado participativo entre os painelistas por meio da retroalimentação do raciocínio elaborado com a sequência dos questionários, além de permitir que se obtenha a opinião dos peritos com um mínimo de influência entre eles. Embora existam variações nas pesquisas realizadas por meio desta técnica, certos critérios consistentes aplicam-se a todos os estudos Delphi, incluindo amostragem proposital, comunicação anônima e estruturada entre os participantes e análise temática: “É um método para estruturar um processo de comunicação coletiva de modo que este seja efetivo, ao permitir a um grupo de indivíduos, como um todo, lidar com um problema complexo” (LINSTONE; TUROFF, 1975, n.p.).

Para o propósito desta pesquisa, a técnica Delphi foi estruturada em nove fases, conforme explicado na Figura 38. As entrevistas foram realizadas com civis e militares, nacionais e estrangeiros, da comunidade marítima de segurança, e cobriram uma ampla gama de tópicos relacionados ao ambiente contextual da tecnologia para a área de defesa, especificamente relacionados à guerra naval do futuro.

---

<sup>172</sup> “responses from experts helps panelists to revise their views without publicly admitting that they have done so, thus encouraging them to take up a more personal viewpoint rather than a cautious institutional position”.

**Figura 38 – Fases da pesquisa Delphi**



Fonte: Elaborado pela autora.

#### 5.5.4 Identificação das tendências, incertezas-críticas e atores

A identificação de condicionantes do futuro é etapa-chave do processo de elaboração e construção dos cenários, pois são essas condicionantes que fornecem a lógica de cada história. Para este estudo prospectivo, foram utilizadas três sementes do futuro: tendências, incertezas-chave e atores mais influentes. “As tendências são movimentos cuja perspectiva de direção e sentido são suficientemente consolidadas e visíveis para se admitir sua permanência no período futuro considerado” (Marcial, 2011, p. 88). Incertezas-chave são variáveis que não se sabe qual será seu comportamento no futuro, mas com inúmeras possibilidades (SCHWARTZ, 2000). “Atores são indivíduos, grupos, decisores ou organizações capazes de influenciar e serem influenciados dentro do contexto do trabalho de prospectiva” (IPEA; ASSECOR, 2011, p. 178).

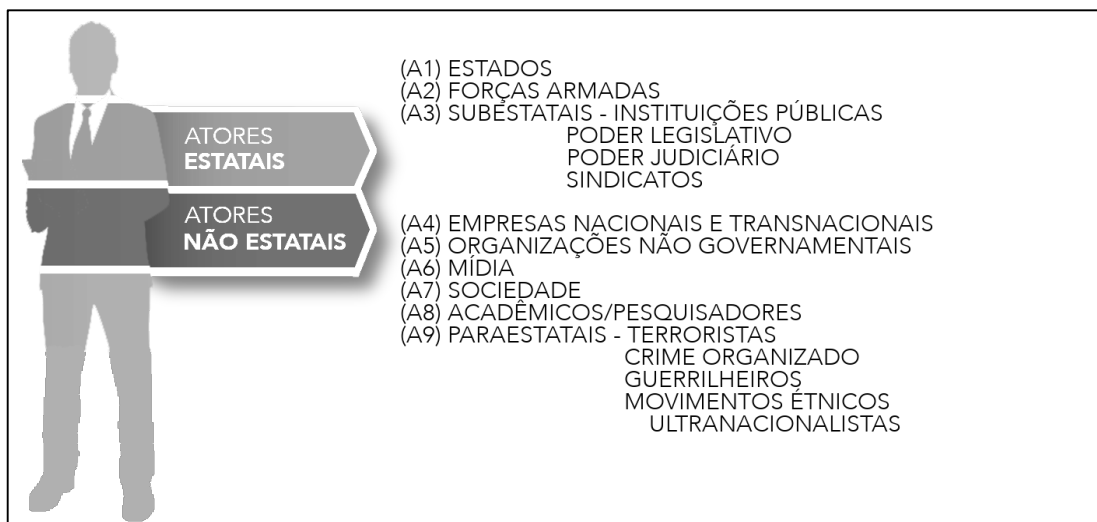
Com o resultado obtido por meio da pesquisa Delphi, foram identificadas preliminarmente 11 áreas com possibilidade de interferência na guerra naval do futuro. Após analisadas, as áreas foram agrupadas em cinco dimensões: tecnológica, geopolítica, social, econômica e defesa/segurança internacional. Juntamente com elas, os especialistas indicaram 51 possíveis tendências nas variáveis de futuro relacionadas às áreas identificadas. Essas tendências foram revistas, agrupadas, reduzidas a 7 e classificadas de acordo com o grau de probabilidade de ocorrência das variáveis condicionantes na construção de futuros possíveis indicado pelos especialistas (improvável, pouco provável, provável, muito provável, com certeza). São elas: ataques cibernéticos aos sistemas e dispositivos de uso militar; drones e embarcações autônomas; substituição de soldados por robôs autônomos; autonomia decisória dos robôs devido à Inteligência Artificial; robôs autônomos nas operações logísticas e administrativas; criptografia quântica; e satélites armados. Essas variáveis, apesar de apresentarem incerteza em relação ao presente, são de grande importância para a questão orientadora, sendo fundamentais para o sistema de cenarização pois fornecem as hipóteses para a construção do *script* dos cenários.

As sete variáveis que se mostraram como as mais importantes quanto à questão principal e ao seu grau de incerteza em relação ao ambiente operacional da guerra naval do futuro foram utilizadas na análise morfológica.

Outra parte importante do processo de cenarização, a identificação dos atores enquanto agentes de construção do futuro, também foi incluída nessa etapa. Considerando o contexto desta pesquisa, foi realizado um amplo levantamento de atores mais influentes em

questões relativas à guerra naval do futuro com base na tipologia estabelecida na teoria das Relações Internacionais, conforme a Figura 39:

**Figura 39 – Tipologia dos atores**



Fonte: Castro (2012); Pecequillo (2004); Kaul *et al* (1999). Elaborado pela autora.

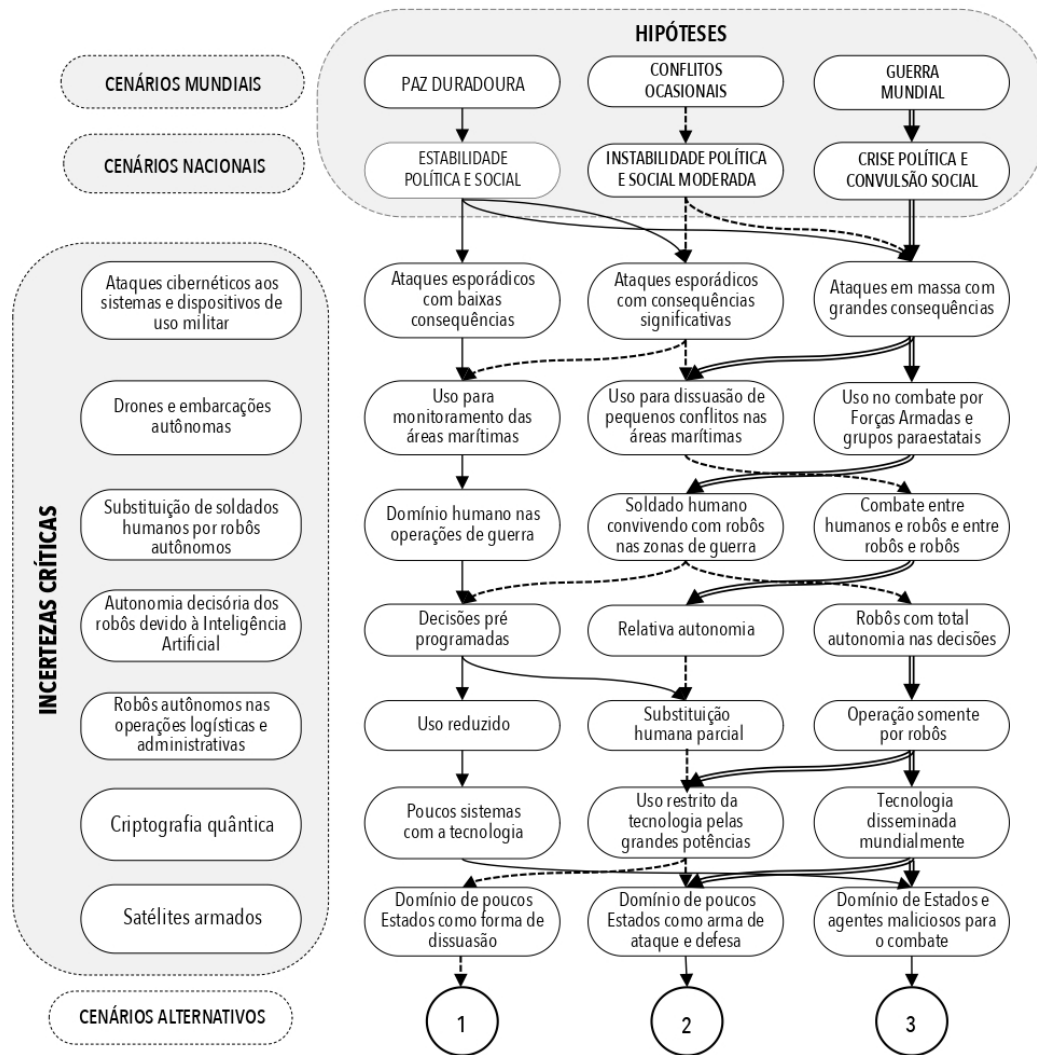
Vale ressaltar que essa tipologia levou em consideração o exercício de plena capacidade de influência direta ou indireta destes atores na política internacional e doméstica e seus reflexos nas questões de defesa.

### 5.5.5 Análise morfológica das variáveis

De acordo com Godet (2001), a análise morfológica é a combinação das diversas hipóteses identificadas no aprofundamento das variáveis-chave. Ela fornece um método estruturado para assegurar a consistência e a relevância no desenvolvimento de cenários. É importante perceber que mesmo um campo morfológico relativamente pequeno pode conter um número extenso de soluções teóricas, ampliando a quantidade de cenários para um número além do necessário.

No contexto desta pesquisa, as hipóteses foram avaliadas com base em dois critérios: primeiro, a consistência lógica, isto é, as relações internas dos conceitos envolvidos não podem ser mutuamente contraditórias; segundo, a consistência empírica – uma questão não pode se basear em pressupostos empiricamente impossíveis ou altamente improváveis (Figura 40).

Figura 40 – Análise morfológica



Fonte: Elaborado pela autora.

### 5.5.6 Especificação dos Cenários

A análise morfológica das respostas possíveis a cada uma das sete incertezas-críticas e respectiva combinatória, permitiu identificar a estrutura dos cenários mais prováveis. Foram definidos um número de três cenários com espectros distintos considerando as interfaces existentes entre as incertezas críticas e as hipóteses relacionadas a cada ambiente mapeado nas fases anteriores. O primeiro cenário “Águas Tranquilas” reflete uma situação de paz duradoura no contexto de estabilidade política e social, tanto mundial como local, onde a tecnologia tem papel preponderante nesse equilíbrio. O segundo cenário “Mar Encapelado”

descreve um ambiente onde uma célula terrorista aliada ao crime organizado causa pequenos transtornos para a ordem mundial. O grupo extremista utiliza tecnologias disruptivas para alcançar seu objetivo contra duas embarcações pertencentes a organizações privadas e é submetido a medidas contraofensivas por parte de uma frota naval. O terceiro cenário “Tempestade em Alto Mar” aborda uma situação de conflito mundial com sérios resultados para os países envolvidos. Os cenários são detalhados ao final deste capítulo.

#### *5.5.7 Elaboração dos Cenários*

Durante a descrição dos cenários, é necessário examinar se alguma variável ou ator está se comportando de forma não-coerente ou não-consistente com a lógica estabelecida para cada cenário. Nesta fase também foi reforçada a verificação se a ocorrência de uma variável não está invalidando a ocorrência de outra, de acordo com o critério definido na análise morfológica.

Cenários não são previsões de eventos futuros e, embora sejam providenciais, sua principal função é apresentar aos tomadores de decisão um conjunto de futuros alternativos contra os quais diferentes cursos de ação podem ser medidos. Desta forma, após a definição e especificação dos cenários, foi feita a descrição evolutiva das situações utilizando um conjunto ordenado de interações entre as variáveis e os atores.

### **5.6 Cenários da Guerra Naval do Futuro**

Os cenários aqui descritos são resultado da aplicação de ferramentas prospectivas no levantamento das variáveis e incertezas críticas dos ambientes tecnológico e marítimo e suas correlações. A metodologia utilizada na pesquisa viabilizou a construção de três cenários em que foram descritos os possíveis ambientes operacionais da guerra naval do futuro. O primeiro cenário “Águas Tranquilas” descreve um contexto de relativa paz mundial onde a tecnologia é fator agregador de políticas de defesa e segurança em um mundo moldado pela cooperação e multilateralismo. No segundo cenário “Mar Encapelado”, as novas ameaças deixam o ambiente mundial mais conturbado e sujeito a intervenções militares para coibir ações ofensivas de agentes mal-intencionados financiados por Estados com interesses escusos. Nesta conjuntura, o uso das novas tecnologias é fator decisivo para a restauração do equilíbrio e da paz na região afetada. O terceiro cenário “Tempestade em Alto Mar” é mais perturbador, caótico e carregado de alta tecnologia em um contexto de Terceira Guerra

Mundial. Nele, a presença do primeiro Robô Almirante a decidir o futuro do conflito mostra uma realidade que, segundo o estudo, mudará o modo como a guerra será realizada no mar.

### 5.6.1 Cenário 1 – Águas Tranquilas

O cenário hipotético Águas Tranquilas é descrito por meio de uma carta aberta fictícia divulgada pela entidade imaginária Cúpula Mundial de Segurança e Defesa das Nações. A história se passa em um cenário de paz e estabilidade mundial onde a tecnologia é fator condicionante nas estratégias de segurança e defesa internacional.



Carta da Cúpula Mundial de Segurança e Defesa das Nações  
Bruxelas, 27 de fevereiro de 2049

### *Uma Agenda Mundial Pela Paz*

Nós, chefes de Estado e de Governo dos estados-membros da Cúpula Mundial de Segurança e Defesa das Nações, temos promovido há cerca de 30 anos uma visão extremamente ambiciosa e transformadora em toda sociedade mundial, fruto de intensos e profícuos debates com diversos países e setores da sociedade. Hoje, podemos nos orgulhar dos importantes e sólidos avanços conquistados pelo fortalecimento do multilateralismo e cooperação internacional, por meio dos quais foi possível implementar um conjunto de políticas fundamentais destinadas à promoção da justiça e ao estabelecimento da paz e segurança entre todos os povos, raças e nações.

As medidas econômicas contundentes adotadas pelos estados-membros, associadas à prudência financeira dos países emergentes, ao equilíbrio comercial da oferta e preços das commodities e à estabilidade energética mundial, promoveram o alto crescimento da economia global, colaborando na destinação de maior nível de recursos aos projetos de Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) em tecnologias avançadas para a área de Defesa. Com a finalidade de promover os estudos nessa área, criamos, há três décadas, o Comitê Gestor Internacional para o Avanço da Tecnologia na Segurança e Defesa (CGIATSD), com robustos investimentos no desenvolvimento de soluções estratégicas com alto grau de inovação, advindos do Fundo Soberano para a Segurança e Defesa Universais (FSSDU). O desenvolvimento de tecnologias avançadas sustentadas por esses investimentos apresenta inúmeros benefícios em termos de garantias da paz. Acreditamos que a valorização e inovação tecnológica das Forças Armadas são a chave para esta estabilidade, da qual o mundo todo agora compartilha.

Por esta razão, temos nos empenhado fortemente na evolução da ciência e do conhecimento como pilares dessa nova era de paz duradoura. As zonas marítimas em todo o globo, especialmente as litorâneas, por terem obtido extrema relevância no contexto geopolítico na primeira metade deste milênio, tornaram-se o foco deste desenvolvimento tecnológico. As linhas de comunicação em nossos oceanos são constantemente monitoradas por drones marinhos e aéreos contra as novas ameaças, que se encontram sob intenso controle. Tal medida resultou na inexistência de conflitos no período e na segurança do transporte e comércio marítimos.

A rede global de satélites CryptoSky com criptografia quântica, do Consórcio Espaço Múltiplo (CEM-CMSDN), garante a abrangência e confidencialidade de nossas comunicações estratégicas. Robôs inteligentes humanoides já estão integrados ao nosso cotidiano, realizando várias atividades, das mais simples às mais complexas, beneficiando a humanidade em uma escala sem precedentes. Dotados de computação evolutiva e Inteligência Artificial, auxiliam principalmente na infraestrutura logística e na tomada de



decisão de nossas operações militares, reduzindo o risco comum em situações com contingente humano e acelerando a operabilidade de nossas frotas marítimas. Como tem sido atestado no emprego de tropas militares nas dezenas de ações emergenciais humanitárias em catástrofes climáticas nas décadas recentes, o avanço de medicamentos potentes e exoesqueletos aumentam a capacidade física e o restabelecimento acelerado da saúde dos soldados nos mais diversos níveis de comando, favorecendo a assertividade nas operações e reduzindo a necessidade de ingresso de novos soldados nas fileiras das Forças Armadas mitigando, desta forma, as implicações sociais, políticas e econômicas de um grande contingente.

Neste contexto, o Índice de Paz Mundial, do Instituto de Defesa, Paz e Garantias Equitativas (IDPGE) atesta que, dos 136 países mais pacíficos do mundo, 105 são estados-membros da CMSDN. Hoje, a paz é definida de forma positiva. Não mais simplesmente como ausência de guerra, mas relativa à qualidade dos governos, ao livre fluxo do comércio, à equidade social e à valorização da vida. Esse novo consenso tem sido capaz de sustentar a harmonia entre a segurança, desenvolvimento e ajuda humanitária, fortalecendo a sociedade civil e reduzindo as rivalidades em escala global.

Há 30 anos, olhamos para este tão esperado momento e vimos mais do que possibilidades, identificamos as sementes deste futuro-presente e trabalhamos com afinco para que hoje o mundo pudesse desfrutar dessa desejada realidade de forma sólida, permanente e universal.

*Abbe Chaim Kersh*

*Secretário-Geral da CMSDN*

### 5.6.2 Cenário 2 – Mar Encapelado

O cenário hipotético Mar Encapelado é descrito por meio de postagens na rede social oficial do Comando Naval do Sul – entidade fictícia formada pelas Marinhas dos países do Cone do Atlântico Sul. O cenário narra uma situação de conflito entre a força naval e uma célula terrorista transnacional, pertencente à organização criminosa Tríade Asiática. O mundo passa por momento de relativa paz com alguns conflitos ocasionais de importante relevância geopolítica. O grupo extremista promoveu ataque cibernético aos sistemas de controle de um petroleiro e um navio de cruzeiro que se encontravam em alto mar, deixando as embarcações à deriva e em rota de colisão. A ação criminosa foi praticada pelos terroristas com o objetivo de gerar instabilidade na região e em retaliação às medidas adotadas pelos governos locais contra a extração ilegal de recursos marinhos em águas jurisdicionais de países do Atlântico Sul.

The screenshot displays the Twitter profile for 'Comando Naval do Sul' (@CNS). The profile header includes the account name, bio, and statistics: 26.4K tweets, 1,350 following, 1.12M followers, 639 likes, 6 lists, and 22 moments. The bio states it is the official account of #CNS. The tweets show a communication about a cyberattack on a ship and a cruise ship.

**Comando Naval do Sul**  
@CNS

Official Twitter account of the #CNS (Following, RTs and links # endorsement)

Terra Veris

comandonavalsul.mar

Joined January 2039

5.641 Fotos e vídeos

Tweeter to CNS

**Tweets**   Tweets & replies   Media

**Comando Naval do Sul** @CNS – Feb 3 - 9h  
O CNS informa que já estão sendo adotadas medidas contra o incidente na manhã de hoje em águas jurisdicionais do Cone do Atlântico Sul. Mais info: <https://bit.ly/2S>

**COMUNICADO**

16.988   11.280   1.905

**Comando Naval do Sul** @CNS – Feb 3 - 9h  
Às 8h10 de hoje, um navio petroleiro e outro de cruzeiro tiveram seus sistemas de controle operacional sequestrados por um grupo de hackers. Contramedidas para garantir a segurança já estão sendo tomadas. Mais info: <https://bit.ly/2S>

26.878   31.360   21.005

**Who to follow** · Refresh · View all

- U.S. Air Force @usairf...
- U.S. Marines @USMC
- U.S. Dept of Defense

Find people you know  
Import your contacts from Gmail

Connect other address books

**Trends for you** · Change

- #DiaDeFuria 6,303 Tweets
- #expedientefutebol 1,219 Tweets
- #RiotPenaliza 6,188 Tweets
- #FormulaEFoxSports
- #EuApoloFelipe 2,483 Tweets



**Comando Naval do Sul** @CNS – Fev 3 - 10h

O CNS enviou navios e submarinos drones para a área do incidente acontecido hoje com os navios petroleiro e de cruzeiro.

Mais info: <https://bit.ly/9B1S>



46.768 31.390 32.505



**Comando Naval do Sul** @CNS – Fev 3 - 11h

O CNS está utilizando seu sistema avançado de computação por satélite quântico para identificar a origem do ataque aos sistemas dos navios na área jurisdicional do Atlântico Sul.

Mais info: <https://bit.ly/aBC34S>



169.365 21.601 31.509



**Comando Naval do Sul** @CNS – Fev 3 - 12h

A frota de navios do CNS equipados com drones autônomos foi enviada para a área do incidente.

Mais info: <https://bit.ly/aBCsd3S>



182.464 29.601 52.508



**Comando Naval do Sul** @CNS – Fev 3 - 13h

Soldados-robôs autônomos e ciborgues a bordo dos navios da frota atuam nas contramedidas. Mais info: <https://bit.ly/aBC3>



196.464 49.783 56.924



**Comando Naval do Sul** @CNS – Fev 3 - 13h

Os computadores quânticos do CNS identificaram o ataque hacker com IP de origem asiática. As contramedidas foram adotadas para assegurar o restabelecimento do controle pelas embarcações.

Mais info: <https://bit.ly/aBC34S>

199.464 79.930 61.231



**Comando Naval do Sul** @CNS – Fev 3 - 13h

O CNS informa que o controle das embarcações foi restabelecido. Todos os tripulantes e pessoas a bordo dos dois navios encontram-se em segurança.

Mais info: <https://bit.ly/aBC34S>



11.201.987 92..674 66.230



**Comando Naval do Sul** @CNS – Fev 3 - 16h

Mergulhadores ciborgues do CNS desativaram minas plantadas pelo grupo terrorista e localizadas pelo sistema avançado antiminas da frota.

Mais info: <https://bit.ly/a2337B>



11.309.556 999.879 74.012



**Comando Naval do Sul** @CNS – Fev 3 - 17h

Drones do Comando Naval do Sul identificaram duas embarcações suspeitas na área do incidente. Os barcos foram interceptados por navios da frota e escoltados até a base do Alto Comando. Mais info: <https://bit.ly/aBC34S>

12.181.364 102.887 90.634



**Comando Naval do Sul** @CNS – Fev 4 - 9h

A célula terrorista pertencente ao crime organizado Triade Asiática (TrAsca) assumiu a autoria dos atentados afirmando que os atos foram em retaliação às operações de combate à pesca e extração ilegal de recursos marinhos na região. Mais info: <https://bit.ly/xnC54P>

13.121.934 121.984 91.934



**Comando Naval do Sul** @CNS – Fev 4 - 10h

Uma das embarcações interceptadas ontem (3) pelo CNS é um drone autônomo pertencente ao TrAsca. O CNS usou tecnologia quântica para interferir na frequência do drone e levá-lo até a base do Alto Comando. Mais info: <https://bit.ly/aB94S>

4.241.904 125.984 121.934



**Comando Naval do Sul** @CNS – Fev 4 - 12h

No barco autônomo do grupo terrorista foram encontrados mísseis e um canhão a laser. A outra embarcação transportava três criminosos, um computador usado no ataque cibernético e outros armamentos de menor alcance. Mais info: <https://bit.ly/aeyi34S>

6.341.984 170.866 106.987



**Comando Naval do Sul** @CNS – Fev 4 - 13h

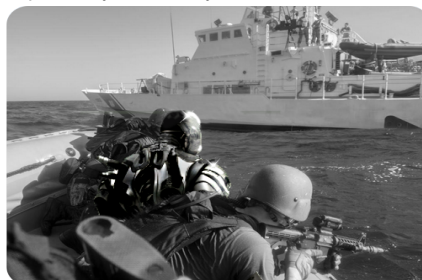
Os terroristas a bordo do barco convencional foram imobilizados com as armas psicotrônicas dos soldados-robôs e levados para o navio da frota. Lá foram mantidos isolados em salas individuais e transportados para a base do Alto Comando. Mais info: <https://bit.ly/aBC34S>

7.201.784 172.866 136.987



**Comando Naval do Sul** @CNS – Fev 4 - 17h

Estamos preparados para combater firmemente as novas ameaças. Mais info: <https://bit.ly/aNR45Sty>



9.456.344 179.826 156.989



### 5.6.3 Cenário 3 – Tempestade em Alto Mar

O mundo, no cenário hipotético Tempestade em Alto Mar, é sacudido pela Terceira Guerra Mundial, que eclode em um ambiente de hegemonia multipolar. As mais poderosas nações do planeta entram em rota de colisão em busca do poder hegemônico unilateral. A situação é descrita por meio de notícia em jornal online fictício.

**The Global World**

AMÉRICA | 1º SETEMBRO 2049 | NÚMERO 21.340 | www.theglobalworld.com

**ATUALIDADE** Países vivem a maior crise humanitária do milênio

Moeda dispara com a crise internacional

INTERNACIONAL

# EXPLODE A TERCEIRA GUERRA MUNDIAL

## Frota Naval Ocidental bombardeia navios no Sul da Ásia

Por The Global World - 01/09/2049 - 12h20 - Atualizado há 14 minutos



Robô-Almirante Ultron Thayer da Frota Naval do Ocidente

O governo do Sul da Ásia declarou hoje estado de guerra contra os Estados Americanos Unidos após a Frota Naval do Ocidente (FNO) ter bombardeado três navios

no Mar do Sul da Ásia. O ataque foi realizado logo depois que o primeiro ministro asiático se recusou a retirar a frota que mantinha bloqueio marítimo na região. O comandante da FNO, o Robô-Almirante Ultron Thayer declarou que a medida foi necessária para restabelecer o acesso às linhas de comunicação marítimas que havia sido impedido desde o dia 15 de janeiro.

– O controle do Mar do Sul da Ásia pelo Governo Asiático é inaceitável pois fere os direitos internacional e de passagem inocente. Não tivemos outra alternativa senão adotar ações efetivas de combate a esse domínio irregular, afirmou o Robô-Almirante Ultron Thayer.

### Navios asiáticos são seriamente danificados

A segunda força naval do mundo, a Marinha Asiática, perdeu três dos seus principais navios na manobra ofensiva efetuada hoje pela FNO. Integrantes da frota de cerca de 810 embarcações de diversos tipos, finalidade e capacidade, o super navio aeródromo classe Jiangzu, o navio stealth classe Changxing e o contratorpedeiro classe Linglan foram seriamente atingidos. Segundo a agência de notícias Xiaomiao, a avaria foi grande o suficiente para enviar os navios de volta para a base. Não há, no entanto, até o momento, relato de perdas humanas.

Como contra-ofensiva, o Governo Asiático iniciou uma série de ataques cibernéticos às embarcações na tentativa de dissuadir e afetar as operações com a obtenção do controle dos navios. Um drone da FNO teve seu sistema operacional comprometido e caiu no mar. As medidas anti-hacker com tecnologia quântica da força naval dos EAU conseguiram evitar que o ataque se alastrasse na frota.

## Robô autônomo e ciborgues comandam as operações

Pela primeira vez na história, um robô autônomo comanda as operações de guerra entre Estados. Desenvolvido pela DISTO (Disruptive Technology Operative), agência de tecnologia para defesa dos EAU, o Robô-Almirante Ultron Thayer é o mais avançado dispositivo militar a estar à frente de uma frota naval.

### *Robô-Almirante comanda ação de guerra no Sul da Ásia*

Embarcado com tecnologia quântica e Inteligência Artificial de última geração, foi desenhado para atender às necessidades de urgência na elaboração de estratégias de guerra e aumentar a assertividade operativa que garanta a vitória nos conflitos. Sua capacidade de transmissão de dados permite que as ordens sejam enviadas em tempo real para os soldados-ciborgues localizados em todos os navios. É capaz também de enviar mensagens individuais para os soldados e assim dinamizar a estratégia militar.



Soldados-ciborgues da Frota Naval do Sul

O sistema inteligente de criptografia quântica do Robô-Almirante e dos ciborgues é capaz de desenvolver com agilidade novas defesas em caso de tentativas de invasão, garantindo a inviolabilidade da comunicação. Conectado ao satélite quântico, o comandante possui visão privilegiada do campo de batalha, identificando com precisão o posicionamento dos componentes da frota inimiga.



Além do Robô-Almirante e da tropa de soldados-ciborgues, a Frota Naval do Ocidente enviou para a área do conflito uma força-tarefa composta por navios autônomos para guerra antiminas e antisubmarino, drones aéreos, drones submarinos, um navio-voador e um pequeno contingente de soldados humanos.



Navio-voador da Frota Naval do Sul

## Motivo do ataque seria disputa pela hegemonia

Quase um século após o fim da Segunda Guerra Mundial, o maior e mais destrutivo conflito na história da humanidade, grandes potências entram novamente em um confronto de grande escala com resultados difíceis de se prever. Especialistas do Naval War Comité, da Cúpula Mundial de Segurança e Defesa das Nações (CMSDN), especulam que o motivo principal para o ataque da FNO tenha sido, na realidade, a crescente ameaça à hegemonia dos EAU ocasionada pelo forte expansionismo geopolítico e o aumento do militarismo do Governo Asiático. Tudo isso associado à política hegemônica da República Socialista da Crússia, aliada do Governo Asiático.

– O que está em jogo são os interesses de domínio dessas três potências, afirmou Stanford Russel, chefe do departamento de Relações Militares Globais do Naval War Comité.

Governos de diversas nações se manifestaram apreensivos sobre os efeitos globais devastadores de uma Terceira Guerra Mundial, especialmente porque as condições econômicas, sociais e ambientais da maioria dos países do globo se encontram em acelerada deterioração.

Apesar de terem se manifestado inicialmente contrários à escalada do conflito, aliados políticos declararam apoio irrestrito. Franze, Grande Bretanha, Canadiani, Austral, Niponi e Monte Sião colocaram as forças armadas à disposição dos EAU.

Do lado do Governo Asiático, representantes da Crússia, países do eixo europeu e de alguns Estados do Oriente Médio divulgaram uma carta em protesto contra a ação bélica que consideraram “sem medida, inaceitável e com sérias consequências para toda a humanidade”. Os governos afirmaram que darão resposta à altura.

## EAU acusam Crússia e Governo Asiático de violação do DPN

Ainda que não declarado, o motivo da operação militar tem raízes em embates antigos alimentados pelas três potências. A saída recente da Crússia e do Governo Asiático do Tratado Digital de Geneva, o Digital Peace Now (DPN), que prevê a implantação de regras contra o cibercrime, foi vista pelos EAU como um indício de aumento do aparato dissuasivo e defesa efetivas dos dois países aliados. O acordo que pôs ordem e consenso ao uso de armas cibernéticas desmantelou-se e, livres das amarras que os controlava, a tensão entre os países fez a corrida pela hegemonia aumentar.

– Estamos presenciando a perigosa volta do ambiente bélico polarizado. Esse ataque de hoje é um triste resultado da política armamentista desgovernada, criticou Sebastian Klaus, primeiro-ministro da Alambra (Geneva).

---

### 347 COMENTÁRIOS

Os comentários são de responsabilidade exclusiva de seus autores e não representam a opinião deste site. Se achar algo que viole os **termos de uso**, denuncie. Leia as **perguntas mais frequentes** para saber o que é impróprio ou ilegal.



## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao estudar sobre o futuro da guerra naval, é possível identificar dois campos de pensamento: o daqueles que acreditam no determinismo tecnológico e daqueles que não o fazem por razões distintas. É importante ter consciência de que somente a tecnologia não é capaz de mudar o resultado do conflito. Entretanto, negar seu potencial de revolucionar as estruturas estratégicas e operacionais militares é uma atitude, no mínimo, arriscada. Importantes análises realizadas pela comunidade de defesa em várias partes do mundo indicam a aceleração do progresso científico e tecnológico como um dos fatores de transformação da guerra. Estar preparado para um enfrentamento dissuasório – de negação ou controle –, ou ofensivo, pode definir em qual lado o Estado estará: se dos vencedores e líderes ou dos derrotados e subjugados.

A tecnologia vem alterando o ambiente da guerra mais intensamente nas últimas décadas. A Guerra do Golfo (1990-1991) é um marco na percepção contemporânea de como as inovações tecnológicas podem ser estratégicas para a configuração dos conflitos. O emprego de meios cibernéticos na operação Tempestade no Deserto (*Desert Storm*), usados pela primeira vez em larga escala, e televisionado para todo o planeta, priorizou, e algumas vezes, substituiu a manobra no terreno pela manobra informacional. As recentes guerras entre Estados e atores não estatais em países do Oriente Médio demonstraram o poder de alcance dos drones. A utilização desses veículos aéreos operados remotamente, ou autonomamente, são uma forte tendência tanto para a Aeronáutica quanto para a Marinha, que possui meios aéreos operantes, o que demonstra que o futuro das Forças Armadas deverá estar permeado por tecnologias disruptivas que poderão ser decisivas para a vitória no combate.

Entretanto, a observação de tendências ou de fatos históricos não é suficiente para mitigar o impacto de eventos futuros em mundo repleto de riscos e incertezas. É necessário, além de tudo, entender a natureza dessas tendências. Para isso, conforme orienta Michel Godet, antes de qualquer tentativa, é preciso ter uma atitude prospectiva quanto ao que se espera em relação ao horizonte vindouro. Quando consideradas em um contexto global mais abrangente, as incertezas podem influenciar negativamente os tomadores de decisão e levar a resultados insatisfatórios de investimentos de recursos financeiros, humanos, naturais e tecnológicos. O planejamento estratégico baseado em cenários prospectivos é um instrumento robusto para evitar que as escolhas feitas no presente resultem em situações indesejáveis ou até mesmo prejudiciais a longo prazo.

O método de cenários estuda a interação dessas variáveis a fim de criar futuros plausíveis sobre os quais possíveis ameaças e oportunidades podem ser identificadas antecipadamente, auxiliando na tomada de decisão pelos gestores ao contribuir para a formulação de planos consistentes e voltados para o desenvolvimento de situações futuras. Assim, planejar a aquisição de meios e equipamentos militares requer do gestor naval um conhecimento prévio, ou *ex-ante*, dos possíveis desafios de um conflito marítimo que pode ser deflagrado em pequena ou larga escala. A fim de dissipar a névoa do tempo e ajustar o curso para caminhos favoráveis em que os contratempos e oportunidades foram previamente identificados, o emprego de ferramentas prospectivas torna-se um importante aliado.

O exercício de antever com alguma clareza o desenrolar do conflito é uma estratégia utilizada desde os antigos generais Sun Tzu e Leônidas de Esparta aos atuais especialistas Geoffrey Till e Collin Gray. Mais recentemente, quando o chefe do Estado-Maior do Exército dos Estados Unidos da América (EUA), o general Mark Milley afirmou que o mundo está à beira de uma mudança fundamental do caráter da guerra, ele se colocou ao lado desses estrategistas militares no que se refere à atitude de tentar enxergar o futuro para, desta forma, obter vantagem competitiva.

Estimar possibilidades futuras para o desenvolvimento de estratégias se tornou com o tempo uma arte que tem se consolidado como fundamental para tomada de decisão. Planejar o futuro requer flexibilidade em entender que as capacidades tecnológicas herdadas de hoje não são suficientes para o preparo das Forças Armadas diante das condições que se avizinham. Do mesmo modo, doutrinas desatualizadas ou esgotadas e paradigmas mentais rígidos são impeditivos para o estabelecimento de um planejamento estratégico naval que permita atender ao que está estabelecido na Política Nacional de Defesa (PND) e na Estratégia Nacional de Defesa (END), especialmente diante de um ambiente internacional cada vez mais difuso. Pensar que potenciais adversários estão, nesse instante, buscando recursos assimétricos para explorar vulnerabilidades e compensar vantagens atuais, demanda atenção ainda maior em relação ao nível de prontidão tecnológica indispensável para um enfrentamento naval.

Os três capítulos iniciais possibilitaram obter a compreensão de que a tecnologia, principalmente a disruptiva, avança de maneira acelerada para uma realidade na qual a máquina substituirá o homem inexoravelmente, transformando, sobretudo, o ambiente da guerra. Os estudos prospectivos realizados nesta pesquisa, e apresentados no último capítulo, identificaram essa tendência de emprego de inovações tecnológicas disruptivas nas zonas de conflito. Embora alguns especialistas não acreditem em uma guerra de proporções globais no curto prazo, a evolução das tensões internacionais e o crescimento das novas ameaças, guerras

híbridas e assimétricas, conjuntamente com uma provável alternância na hegemonia mundial, contribuem para o entendimento de que uma escalada de um conflito para proporções universais não pode ser descartada. Neste contexto, o Estado que estiver melhor preparado tecnologicamente terá vantagem sobre os demais. E a Marinha que tiver maior capacidade de confrontação garantirá o domínio do ambiente marítimo, onde o mais fraco geralmente se preocupa em fazer negação do uso do mar e o mais forte, com o controle.

Os três cenários evidenciados nesta pesquisa sobre a guerra naval do futuro não são previsões, mas possibilidades inseridas em contextos de futuros plausíveis. Não representam o que vai acontecer, mas apontam para realidades factíveis identificadas pelo uso dos arranjos metodológicos, como o método Delphi, análise morfológica, análise SWOT e construção de cenários, principalmente. Tratam de alternativas plausíveis baseadas na questão orientadora e fundamentadas a partir da compreensão de especialistas da comunidade de defesa nacional e internacional.

O emprego de processos participativos possibilitou a formulação de cenários robustos capazes de auxiliar no processo de formulação de estratégias para a Força Naval. A abordagem seguiu o objetivo da pesquisa de identificar o ambiente operacional da guerra naval em uma era pós-humana, cujo foco principal são as novas tecnologias disruptivas. Para atender esse objetivo, como metodologia, foram adotados nove etapas: 1) identificar o problema, definindo o objeto de estudo; 2) realizar análise do ambiente por meio da revisão bibliográfica; 3) proceder à identificação dos fatores-chave com aplicação da pesquisa Delphi; 4) identificar as tendências, incertezas-críticas e atores; 5) elaborar análise morfológica das variáveis; 6) especificar os cenários a partir das análise morfológica e; 7) elaborar os cenários desenvolvendo redação detalhada dos ambientes futuros.

Nesse universo cercado por robôs-guerreiros autônomos, ciborgues, humanoides, submarinos autônomos, drones aéreos e marinhos, munição inteligente, inteligência artificial, nanotecnologia e computação quântica, o soldado convencional será pouco a pouco substituído pelo guerreiro ideal robotizado, ampliando o espectro de possibilidades providas por esses ativos militares. Essas criações poderão transformar o modo como o homem faz a guerra com impacto para definir o futuro da humanidade no teatro de operações. Desse modo, a identificação das forças que atuarão no ambiente do conflito marítimo aumenta a capacidade de antecipar e responder a possíveis desafios e ao mesmo tempo explorar as oportunidades existentes. Os estudos estimam que, com a presença humana no campo de batalha cada vez mais reduzida, a guerra naval do futuro se dará num contexto operacional diferente do que se conhece na atualidade.

Os cenários elaborados revelam, por exemplo, que a tecnologia pode ser uma grande aliada de estratégias globais que promovam a paz, a partir do momento em que potências hegemônicas passem a compreendê-las e conceituá-las como instrumentos de equidade entre as nações. No contexto do primeiro cenário “Águas Tranquilas”, a consolidação de uma agenda mundial pela paz é conquistada pelo multilateralismo e cooperação internacional voltados para o incentivo de políticas transnacionais que garantam o uso intensivo de meios tecnológicos na vigilância das zonas marítimas. Robôs embarcados com tecnologia evolutiva e Inteligência Artificial se tornarão auxiliares corriqueiros em diversas atividades civis e militares, desde administrativas até no enfrentamento de opositores hostis. Armaduras tecnológicas e medicamentos avançados darão ao soldado convencional capacidades extras na execução de suas tarefas. Somado a outros fatores de ordem econômica e social, o futuro da guerra naval, neste contexto, será, metaforicamente, em águas tranquilas, com atuação efetiva e eficaz de uma entidade global no controle das novas ameaças.

No cenário “Mar Encapelado”, um pouco mais turbulento, a presença de soldados-robôs e meios operativos navais autônomos e cibernéticos se torna mais intensa devido à configuração do ambiente de conflito. Nesta hipótese estruturada com base nas informações consolidadas na pesquisa, o aumento das tensões advindas das novas ameaças é o fator de deflagração do conflito na zona marítima. O ataque cibernético de ciberterroristas financiados por agentes estatais a um navio petroleiro e outro de cruzeiro em retaliação às ações de combate à pesca ilegal em águas jurisdicionais de zonas costeiras, é um exemplo no qual a probabilidade de envolvimento direto de Estados em organizações criminosas é um risco cada vez maior que pode resultar em combate naval. O uso de drones e hackers pelos criminosos representa uma ameaça cada vez mais crescente, e que, no futuro hipotético descrito, demandará investimentos cada vez mais maciços dos Estados na estruturação tecnológica da Força Naval.

No terceiro cenário hipotético “Tempestade em Alto Mar”, o mundo estará mais instável geopoliticamente devido a multipolaridade e à disputa hegemônica de três potências mundiais. Neste contexto fictício, o uso de tecnologia disruptiva é inexorável na deflagração do conflito e levado às possibilidades extremas de uma terceira guerra mundial. O alto grau de desenvolvimento tecnológico possibilitou ultrapassar a fronteira homem-máquina, onde o primeiro robô autônomo embarcado com Inteligência Artificial de última geração decide os rumos da guerra. Um ambiente naval permeado por soldados-robôs, ciborgues, drones aéreos e navais implicará em uma nova configuração da guerra naval do futuro na era pós-humana.

As possibilidades e tendências relatadas nesta pesquisa tornam mais complexa e difícil a adoção de medidas preventivas sem a formulação de um planejamento estratégico prospectivo. Isto inclui a fabricação ou aquisição de meios e sistemas de armas que empregarão tecnologias que promovam a substituição do homem no teatro de operações e resguardem a soberania nacional e potencializem a defesa e o controle das zonas marítimas, como drones, soldados-robôs, ciborgues que, hoje, podem causar certa estranheza, mas que, de acordo com a pesquisa, farão cada vez mais parte da estrutura estratégica de defesa.

No futuro, muito provavelmente, o controle da informação nos meios cibernéticos se tornará imprescindível para a guerra naval. A capacidade de identificar com agilidade e atuar com assertividade contra as investidas de cibercriminosos poderá reduzir ou eliminar a escalada do conflito, além de fornecer vantagem de atuação e controle da situação na deflagração de uma guerra. A Guerra Centrada em Rede (NCW, sigla em inglês), com crescente possibilidade de se tornar uma das principais armas dos Estados contra interesses de opositores, aumenta exponencialmente a capacidade de atuação de uma força com o uso de máquinas ultra inteligentes e aptas à tomada de decisão. As redes e sistemas interligados a aeronaves, submarinos, navios de superfície e satélites quânticos possibilitará otimizar a estrutura das forças com a comunicação em tempo real.

A defesa nacional de um país depende, substancialmente, de uma Força Armada capacitada e devidamente equipada com tecnologias avançadas ou equiparadas a de suas congêneres, como sustenta Medeiros Filho (2018, n.p.): “é da maior relevância para países que almejam um lugar de destaque no tabuleiro mundial (presumivelmente o Brasil), estar dotado de uma força capaz de dissuadir interesses exógenos aos seus objetivos nacionais, de ‘poder dizer não’”. Capacidades assimétricas são tipicamente imprevisíveis e possuem potenciais consequências militares, como o uso hostil indiscriminado por atores não estatais.

À medida que tecnologias novas e imprevisíveis estão surgindo em um ritmo aparentemente sem precedentes no mundo, se tornando mais baratas e mais prontamente disponíveis, a propriedade de uma nova tecnologia não é mais uma posição suficiente, se não impossível. No mundo de hoje, o reconhecimento das aplicações potenciais de uma tecnologia e um senso de propósito em explorá-la é tão importante quanto simplesmente ter acesso a ela.

As tendências e cenários de uma guerra naval do futuro, que apontam para o aumento do emprego de tecnologias críticas substitutivas do soldado convencional e ou potencializadoras de atuação remota, são, certamente, de grande relevância para o país. A incorporação de tecnologias inovadoras aos meios e sistemas militares da Marinha auxiliam no estabelecimento de um Poder Naval atuante em contextos marítimos diversos. Neste

sentido, esta pesquisa colabora para a formulação planejamento bélico, não mais sustentado pelas características de conflitos passados, mas numa visão mais abrangente das possibilidades futuras impulsionadas pelo avanço da tecnologia.

Entender a mudança desses paradigmas e as implicações para a guerra futura começa com uma consciência dos fatores que conduzem as capacidades. É preciso compreender a ciência subjacente e seus desafios, considerando a natureza mutável do progresso tecnológico e do conflito e sua relação com a segurança nacional e internacional. Antecipar os tipos de ameaças que podem surgir à medida que a ciência e a tecnologia avançam, as possíveis consequências dessas ameaças e a probabilidade de que tipos novos e mais dispersos de inimigos tenham acesso subsidia a formulação de um planejamento estratégico de longo prazo. O objetivo desta pesquisa, no entanto, não se baseou na intenção de prever tecnologias específicas, mas identificar suas potencialidades para auxiliar no desenvolvimento de estruturas analíticas implementáveis e executáveis que possibilitem a execução dos planos de defesa.



## REFERÊNCIAS

- ACCENTURE. *Leading the new: harness the power of disruption*. [S.l.]: 2017. Disponível em: [https://www.accenture.com/t20170928T072145Z\\_\\_w\\_/us-en/\\_acnmedia/PDF-62/Accenture-Leading-in-the-New-POV.pdf#zoom=50](https://www.accenture.com/t20170928T072145Z__w_/us-en/_acnmedia/PDF-62/Accenture-Leading-in-the-New-POV.pdf#zoom=50). Acesso em: 10 dez. 2018.
- ADVFN. *Cotação*. Site de informações financeiras. São Paulo: 2019. Disponível em: <https://br.advfn.com/conversor-moedas>. Acesso em: 04 jan. 2019.
- AIR FORCE TECHNOLOGY. *Yabbon United 40 (Smart Eye 2) UAV*. EUA: Veredict Media Limited, c2019. Disponível em: <https://www.airforce-technology.com/projects/yabbon-united-40-smart-eye-2-uav/>. Acesso em: 04 jan. 2019.
- ALLITT, Patrick N. *The Industrial Revolution*. Virgina (USA): The Great Courses, 2014.
- ALVES, Vágner C. A Guerra do Golfo. *Revista Tensões Mundiais*. vol. 6, n. 10. [S.l.]: Observatório das Nacionalidades, 2010.
- AMERICA'S NAVY. *Tomahawk cruise missile*. EUA: United States Navy, 26 apr. 2018. Disponível em: [https://www.navy.mil/navydata/fact\\_display.asp?cid=2200&tid=1300&ct=2](https://www.navy.mil/navydata/fact_display.asp?cid=2200&tid=1300&ct=2). Acesso em: 27 dez. 2018.
- ARAÚJO NETO, Afonso C. *Um algoritmo de criptografia chave pública semanticamente seguro baseado em curvas elípticas*. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Computação, Porto Alegre, BR-RS, 2006. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/394/000578214.pdf?sequence=1>. Acesso em: 23 dez. 2018.
- ARENDDT, Hannah. *O que é política?* Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2013.
- \_\_\_\_\_. *Sobre a violência*. Rio de Janeiro: Relume-Dumará, 2001.
- ARON, Raymond. *Paz e guerra entre as nações*. Traduzido por Sergio Bath. São Paulo: IPRI, 2002.
- ASTIGARRAGA, E. Prospectiva Estratégica: orígenes, conceptos clave e introducción a su práctica. *Revista Centroamericana de Administración Pública*. Costa Rica: ICAP, 2016.
- AZAMBUJA, Rogério X. de. *A máquina de Turing*. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2011. Disponível em: [http://www.ufrgs.br/alanturingbrasil2012/Maquina\\_de\\_Turing.pdf](http://www.ufrgs.br/alanturingbrasil2012/Maquina_de_Turing.pdf). Acesso em: 23 out. 2011.
- AZEVEDO, Carlos E. F.; MOTA, R. M. A. As dimensões do campo de batalha e a guerra omnidimensional. *Revista da Escola Superior de Guerra*, v. 27, n. 55, p. 55-68. Rio de Janeiro: ESG, jul./dez. 2012.
- BAKLANOV, Andrey. A war of the future. *Russia in global affairs*, 2013. Disponível em: <<http://eng.globalaffairs.ru/number/A-War-of-the-Future-16291>>. Acesso em; 17 de jul. 2017. U, 2009

BARNES, Michael; JENTSCH, Florian. *Human-robot interactions in future military operations*. Londres e USA: Routledge, 2010.

BAUMAN, Zygmunt. *Amor líquido: Sobre a fragilidade dos laços humanos*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2004.

BELLIOF, Paul. *Some foundational aspects of quantum computers and quantum robot*. Superlattices and Microstructures, Vol. 23, No. 3/4. USA: Elsevier Inc., 1998. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S074960369790519X>. Acesso em: 06 jan. 2019.

BERGEN, Peter et al. *World of Drones*. [S.l.]: New America Foundation, 2016. Disponível em: <<https://www.newamerica.org/in-depth/world-of-drones/2-who-has-what-countries-drones-used-combat/>>. Acesso em: 31 mar. 2017.

BERGER, Gaston. A atitude prospectiva. *Revista Parcerias Estratégicas*, n. 19. Brasília: CGEE, 2004. Disponível em: [http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias\\_estrategicas/article/viewFile/249/243](http://seer.cgee.org.br/index.php/parcerias_estrategicas/article/viewFile/249/243). Acesso em: 28 nov. 2018.

BERMÚDEZ, Brúmmel, V. A guerra assimétrica à luz do pensamento estratégico clássico. *Revista da Escola de Guerra Naval*, n.7. Rio de Janeiro: EGN, 2006. Disponível em: <https://revista.egn.mar.mil.br/index.php/revistadaegn/article/view/445/344>. Acesso em: 27 dez. 2018.

BERNERS-LEE, Tim. *One small step for the web...* [S.l.]: Inrupt Inc., 28 set. 2018. Disponível em: <https://www.inrupt.com/blog/one-small-step-for-the-web>. Acesso em: 23 nov. 2018.

BEZOLD, Clem. Lessons from using scenarios for strategic foresight. *Technological Forecasting and Social Change*, vol 77, pp. 1513–1518. Nederland: Elsevier, 2010. Disponível em: <http://isiarticles.com/bundles/Article/pre/pdf/76763.pdf>. Acesso em: 17 jan. 2019.

BIDDLE, Stephen. Victory Misunderstood: What the Gulf War Tells Us about the Future of Conflict. *International Security*, vol. 21, n. 2. USA: The MIT Press, 1996. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/2539073>. Acesso em: 28 dez. 2018.

BLANK, Steven. What the Global Foundries Retreat really means. *IEEE Spectrum*. USA: 2018. Disponível em: <https://spectrum.ieee.org/nanoclast/semiconductors/devices/what-globalfoundries-retreat-really-means>. Acesso em: 23 nov. 2018.

BOBBIO, Norberto. *O problema da guerra e as vias da paz*. São Paulo: UNESP, 2003.

\_\_\_\_\_. *El tercero ausente* [1989]. Trad. Pepa Linares, Madrid: Cátedra, 1997.

BONO, Edward de. *Six thinking hats*. EUA: Little Brown and Company, 1985.

BOSTON DYNAMICS. *Atlas – the world’s most dynamic humanoid*. Massachusetts (EUA): BD, c2018. Disponível em: <https://www.bostondynamics.com/atlas>. Acesso em 05 jan. 2019.

BOSTROM, Nick. *Superinteligência: caminhos, perigos, estratégias*. London: Darksidebooks, 2018.

\_\_\_\_\_. Inteligência artificial. E se seu computador ficar mais inteligente do que você? *Revista Oasis*, n. 221. [S.l.]: Editora 247, 2015. Disponível em: [https://www.brasil247.com/attachment/715/oasis221\\_pdf.pdf](https://www.brasil247.com/attachment/715/oasis221_pdf.pdf). Acesso em: 28 out. 2018.

BOWER, J. L.; CHRISTENSEN, C. M. *Disruptive technologies: Catching the wave*. EUA: Harvard Business Review, 1995, p. 43–53.

BRANDO, Axel; et al. *Uncertainly modelling in deep networks: forecasting short and noise series*. Barcelona: Universidade de Barcelona, 2018. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1807.09011.pdf>. Acesso em: 31 nov. 2018.

BRASIL. Ministério da Defesa. *Exército Brasileiro-Cenários Prospectivos*. Brasília: Poder Executivo, 2016. Disponível em: <http://www.ceeex.eb.mil.br/index.php/cenarios-prospectivos/exercito-brasileiro>. Acesso em: 14 jan. 2016.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. *Doutrina Militar de Defesa*. Brasília: Poder Executivo, 2007. Disponível em: [https://www.defesa.gov.br/arquivos/File/legislacao/emcfa/publicacoes/md51\\_m\\_04\\_doutrina\\_militar\\_de\\_defesa\\_2a\\_ed2007.pdf](https://www.defesa.gov.br/arquivos/File/legislacao/emcfa/publicacoes/md51_m_04_doutrina_militar_de_defesa_2a_ed2007.pdf). Acesso em: 01 jan 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. *Sistemática de planejamento estratégico militar*. Brasília: Ministério da Defesa, 2005. Disponível em: [https://www.defesa.gov.br/arquivos/File/legislacao/emcfa/publicacoes/md51\\_m\\_01\\_sist\\_de\\_plj\\_estr\\_mil\\_spem\\_1a\\_ed2005.pdf](https://www.defesa.gov.br/arquivos/File/legislacao/emcfa/publicacoes/md51_m_01_sist_de_plj_estr_mil_spem_1a_ed2005.pdf). Acesso em: 16 jan. 2019.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. *Doutrina Básica da Marinha (DBM)*. Brasília: Poder Executivo, 2014. Disponível em: [http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca/dados/Lists/Pedido/Attachments/418525/RESPOSTA\\_PEDIDO\\_EMA-305\\_2014.pdf](http://www.consultaesic.cgu.gov.br/busca/dados/Lists/Pedido/Attachments/418525/RESPOSTA_PEDIDO_EMA-305_2014.pdf). Acesso em: 13 ago. 2018.

BRÊTTAS, Juan C. *Introdução à informática*. Rio de Janeiro: UFF, 2017. Disponível em: <http://www.professores.uff.br/juanbrettas/wp-content/uploads/sites/114/2017/08/6-Vetores-e-Matrizes.pdf>. Acesso em 28 dez. 2018.

BRITO, Luis V. A evolução tecnológica militar na era da informação. *Revista Militar*, nº 2496. Lisboa: jan. 2010. Disponível em: <https://www.revistamilitar.pt/artigo/536>. Acesso em: 22 dez. 2018.

BROAD, William J. *The Oracle: ancient Delphi and the science its lost secrets*. London: Penguin Books, 2006.

CÁDIMA, Francisco R. O (des)controlo da Internet: para uma história da Darknet. *Revista Portuguesa da História da Comunicação*. Portugal: SOPCOM, jan. 2017. Disponível em: [http://revistahc.sopcom.pt/ficheiros/20170909-revista\\_portuguesa\\_de\\_hist\\_ria\\_da\\_comunica\\_o.pdf#page=96](http://revistahc.sopcom.pt/ficheiros/20170909-revista_portuguesa_de_hist_ria_da_comunica_o.pdf#page=96). Acesso em: 2 dez. 2018.

CARLSON, Stephan C. Hilbert Space. *United Kingdon: Encyclopedia Britannica, Inc.*, c2019. Disponível em: <https://www.britannica.com/science/Hilbert-space>. Acesso em: 03 jan. 2019.

CAMPEN, Alan. D. *The First Information War: The Story of Communications, Computers, and Intelligence Systems*, Fairfax VA: AFCEA International Press, 1992.

CANDIDO, Fabiano. Parece um lustre, mas é um computador quântico pronto para revolucionar o mundo. *Revista Época Negócios*. São Paulo: Editora Globo, 05 set. 2018. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/Tecnologia/noticia/2018/09/parece-um-lustre-mas-e-um-computador-quantico-pronto-para-revolucionar-o-mundo.html>. Acesso em 19. Dez. 2018.

CARDOSO JR., Nerione N., *Hannah Arendt e o declínio da esfera pública*. Brasília: Senado Federal, Subsecretaria de Edições Técnicas, 2007.

CARON, Antoninho. Inovação tecnológica e a pequena e média empresa local. In: O desenvolvimento sustentável em foco: uma construção multidisciplinar. *Revista Fae Business*, n. 8. Paraná: mai. 2008. Disponível em: <http://img.fae.edu/galeria/getImage/1/16570547027038246.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2018.

CARVALHO, Bruno Leal Pastor. *A Paz de Vestfália: um marco das relações internacionais*. [S.l.]: Café História, 2018. Disponível em: <https://www.cafehistoria.com.br/paz-de-vestfalia-marco-%E2%80%8E/>. Acesso em: 21 out. 2018.

CARVALHO, Virgílio. O Poder Marítimo. In: *Nação e Defesa*, p. 121-142. Lisboa: Instituto da Defesa Nacional, 1994.

CASTELLS, Manuel. A sociedade em rede: do conhecimento à acção política. *Conferência promovida pelo Presidente da República*. Portugal: Imprensa Nacional, 2005. Disponível em: <http://eco.imooc.uab.pt/elgg/file/download/51670>. Acesso em: 29 nov. 2018.

\_\_\_\_\_. *A Sociedade em Rede*. São Paulo: Paz e Terra, 1999.

CAVALHEIRO, Esper A. A nova convergência da ciência e da tecnologia. *Revista Parcerias Estratégicas*, n.26. Brasília:

CEPIC, Marco A. C. *Espionagem e democracia*. Rio de Janeiro: FGV, 2003.

CERVO, Amado L.; BERVIAN, Pedro A. *Metodologia científica*. 2 ed. São Paulo: MacGraw Hill do Brasil, 1978.

CHALMERS, David J. The Singularity: a philosophical analysis. *Journal of Consciousness Studies*. n. 17. pp.7-65. United Kingdom: Inprint Academic, 2010. Disponível em: <http://consc.net/papers/singularity.pdf>. Acesso em: 05 jan. 2019.

CHAMAYOU, Grégoire. *Teoria do drone*. São Paulo: Cosac & Naify, 2015.

CHANDLER, David L. *How to mass produce cell-sized robots*. EUA: MIT News, 23 oct. 2018. Disponível em: <http://news.mit.edu/2018/how-mass-produce-cell-sized-robots-1023>. Acesso em: 04 jan 2019.

CHINA TIMES. *O radar quântico terrestre se rompe novamente e o caça stealth F35 não pode se esconder*. 陆量子雷达再突破 F35隐形战机藏不住. China: CTG, 07 set. 2017. Disponível em: <https://www.chinatimes.com/cn/realtimenews/20170907001175-260417>. Acesso em: 06 jan. 2019.

CHU, Bryant; BURNETT, William; CHUNG, Jong W.; BAO, Zhenan. *Bring on the bodyNET*. Nature. EUA: Macmillian Publishers, 20 sep. 2017. Disponível em: <https://www.nature.com/news/bring-on-the-bodynet-1.22643>. Acesso em: 10 jan. 2019.

CHUA, Leon O. Memristor – the missing circuit element. *IEE Transactions on circuit theory*, vol. Ct-18, n. 5. USA: IEEEExplore, 1971. Disponível em: <http://www.cpmpt.org/scv/meetings/chua.pdf>. Acesso em: 06 jan 2019.

CHOI, Charles Q. Soft circuits may lead to ‘cyborg tissues’. EUA: *Scientific American*, 01 jun. 2013. Disponível em: <https://www.scientificamerican.com/article/soft-circuits-cyborg-tissues/>. Acesso em: 12 jan. 2019.

CLAUSEWITZ, Carl von. *Da Guerra*. São Paulo: Martins Fontes, 1996.

\_\_\_\_\_. *On war*. Nova Iorque: Alfred A. Knopf, 1993.

CLYNES, Manfred E.; KLINE, Nathan S. *Cyborgs and space*. New York. Astronautics, 1960. Disponível em: <http://web.mit.edu/digitalapollo/Documents/Chapter1/cyborgs.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2019.

COATS, Daniel R. *Worldwide threat assessment*. EUA: Senate Select Committee on Intelligence, 2019.

COKER, Christopher. *On Humanising war, totalitarian movements and Political Religions*, p. 77-92. London: Routledge, 2000.

\_\_\_\_\_. *Waging War Without Warriors? The changing culture of military conflict – posthuman war*. Lynne Rienner Publishers, 2002.

COMITÊ GESTOR DA INTERNET NO BRASIL. *Dimensões e características da Web brasileira: um estudo do .gov.br*. [S.l]: CGI.br, 2010. Disponível em: <https://www.cgi.br/media/docs/publicacoes/2/cgibr-nicbr-censoweb-govbr-2010.pdf>. Acesso em: 09 nov. 2018.

CONGRESSIONAL RESEARCH SERVICE. U.S. *Ground Forces and Autonomous Systems (RAS) and Artificial Intelligence (AI): considerations for Congress*. EUA: CRS, nov 2018. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R45392> Acesso em: 20 out. 2018.

CONSELHO DE ESTADO. *Aviso de uma nova geração de planejamento de desenvolvimento de inteligência artificial*. China: Governo da China, 08 jul. 2017 (tradução nossa). 国务院关于. 新一代人工智能发展规划的通知. 中国: 中国政府, 2017年7月8日. Disponível em: [http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content\\_5211996.htm](http://www.gov.cn/zhengce/content/2017-07/20/content_5211996.htm). Acesso em 09 jan. 2019.

CONSTANZO, Laura A. Strategic foresight in high-speed environment. *Futures*, Vol 36, Issue 2, pp. 219–235. Holand: Elsevier, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016328703001459?via%3Dihub>. Acesso em 17 jan. 2019.

CORBETT Julian S. *Some Principles of Maritime Strategy*. New York: Dover Publications Inc., 2004.

CORREIA, Adriano. Sobre o trágico na ação: Arendt (e Nietzsche). In: *O que nos faz pensar*. n. 29, 2011.

COSTA M. Alfredo. Desenvolvimento, prospectiva e defesa. In: *Prospectiva, estratégia e cenários globais*. Ciclo de Debates. Brasília, IPEA, 2011. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/livro\\_prospectiva\\_cenariosglobais.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/livro_prospectiva_cenariosglobais.pdf). Acesso em: 15 jan. 2019.

COUTAU-BÉGARIE, Hervé. *Tratado de estratégia*. Traducido del francés por Aleksí Gloffka Reyes y Christian Leyton Salas. Chile: Editorial Económica: 2011.

COUGH, Barry M. *Historical Dreadnoughts: Marder and Roskill: Writing and Fighting F History*. UK: Seaforth Publishing, 2010.

CREVELD. Martin L. van. *The Changing Face of War - Lessons of Combat, from the Marne to Iraq*. Presidio Press, First Edition, New York, USA, 2007.

CUMMINGS, M.L. *Artificial Intelligence and the Future of Warfare*. EUA: The Royal Institute of International Affairs, jan. 2017.

CUTHBERT, Olivia. *Saudi Arabia becomes first country to grant citizenship to a robot*. Saudi Arabia: Arab News, 26 oct. 2017. Disponível em: <http://www.arabnews.com/node/1183166/saudi-arabia>. Acesso em: 03 jan. 2019.

DARPA – DEFENSE ADVANCED RESEARCH PROJECTS AGENCY. *DARPA director do Christen ACTUV prototype vessel*. EUA: DoD, 2016. Disponível em: <https://www.darpa.mil/news-events/2016-04-07>. Acesso em: 05 jan. 2019.

\_\_\_\_\_. *Systems of Neuromorphic Adaptive Plastic Scalable Electronics*. EUA: DoD, 2011. Disponível em: <https://www.darpa.mil/program/systems-of-neuromorphic-adaptive-plastic-scalable-electronics>. Acesso em: 06 jan. 2019.

\_\_\_\_\_. *Neural Engineering System Design (NESD)*. EUA: DoD, 2016. Disponível em: <https://www.darpa.mil/program/neural-engineering-system-design>. Acesso em: 10 jan. 2019.

DAVIES, Mike; et al. *A neuromorphic manycore processor with on-chip learning*. [S.l.]: IEEE micro, 2018.

DATHEIN, RICARDO. *Inovação e Revoluções Industriais: uma apresentação das mudanças tecnológicas determinantes nos séculos XVIII e XIX*. Porto Alegre: DECON/UFRGS, fev. 2003. Disponível em: <https://www.ufrgs.br/napead/projetos/descobrimdo-historia-arquitetura/docs/revolucao.pdf>. Acesso em: 29 nov. 2018.

DCDC - DEVELOPMENT, CONCEPTS AND DOCTRINE CENTRE. *The Future Operating Environment 2035*. United Kingdom: MOD, 2015. Disponível em: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/646821/20151203-FOE\\_35\\_final\\_v29\\_web.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/646821/20151203-FOE_35_final_v29_web.pdf). Acesso em: 26 dez. 2018.

DE LANDA, Manuel. *War in the age of intelligent machines*. New York (EUA): Zone Books, 1991.

DE MOOR, Katrien; et al. Towards innovation foresight: Two empirical case studies on future TV experiences for/by users. *Futures*, vol. 19, pp. 39-49. Nederland: Elsevier, 2014. Disponível em: [http://sophist.hse.ru/survey\\_source/hse\\_j\\_innov\\_14.pdf](http://sophist.hse.ru/survey_source/hse_j_innov_14.pdf). Acesso em: 16 jan. 2019.

DESCARTES, René. *Discurso do método*. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

DELLAGNEZZE, René. Escolas do pensamento filosófico e econômico e o pensamento positivista e progressista do Brasil. Parte I, XVIII, n. 138. As escolas clássicas. Rio Grande: *Âmbito Jurídico*, jul 2015. Disponível em: [http://www.ambitojuridico.com.br/site/?n\\_link=revista\\_artigos\\_leitura&artigo\\_id=16179](http://www.ambitojuridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=16179). Acesso em: 23 nov. 2018.

DINH, H.; MOORE, Christopher; RUSSELL, Alexander. *McEliece and Niederreiter Cryptosystems That Resist Quantum Fourier Sampling Attacks*. [USA?]: IACR, 2011. Disponível em: <https://www.iacr.org/archive/crypto2011/68410758/68410758.pdf>. Acesso em: 29 dez. 2018.

DIUX – DEFENSE INNOVATION UNIT EXPERIMENTAL. *Annual Report 2017*. USA: 2017. Disponível em: <https://www.diu.mil/library>. Acesso em: 23 fev. 2019.

DOD – DEPARTMENT OF DEFENSE. *Fiscal year (FY) 2019 budget estimates*. EUA: 2018. Disponível em: <https://www.darpa.mil/attachments/DARPAFY19PresidentsBudgetRequest.pdf>. Acesso em: 02 dez. 2018.

\_\_\_\_\_. *Technology Readiness Assessment (TRA) Deskbook*. EUA: DoD, 2009. Disponível em: <http://www.acqnotes.com/Attachments/Technology%20Readiness%20Assessment%20Deskbook.pdf>. Acesso em: 19 jan. 2019

DOGSDON, Mark; GANN, David, SALTER, Annon. *The management of technological innovation*. New York: Oxford University Press, 2008.

DOMINGUES, Francisco C. O poder naval português: um conceito em discussão: *Revista de História das Ideias*, vol. 30. Portugal: FLUC, 2009. Disponível em: [https://digitalis-dsp.uc.pt/bitstream/10316.2/41541/1/O\\_poder\\_naval\\_portugues.pdf](https://digitalis-dsp.uc.pt/bitstream/10316.2/41541/1/O_poder_naval_portugues.pdf). Acesso em: 12 ago. 2018.

DOWNES, Lary; NUNES, Paul. *Big-Bang disruption*. Harvard Business Review, mar. 2013. Disponível em: <https://hbr.org/2013/03/big-bang-disruption>. Acesso em 10 dez. 2018.

DONG-YI, Dong; CHEN, Chun-Lin; ZHANG, Chen-Bin; CHEN, Zong-Hai. *Quantum robot, structure, algorithms and applications*. China: Department of Automation, University of Science and Technology of China, 2006

DUARTE, António Paulo. Estratégia, origem e fundamento. *Revista Nação e Defesa*, n. 136, 5ª série, p. 34-35. Lisboa: IDN, 2013.

DUTRA, Roger A. As teorias do Ciborgue: o maquínico e o humano em Stanislaw Lem e Donna Haraway. *Rev. Iberoam. Cienc. Tecnol. Soc.*, .7, n.19, pp.143-156. ISSN 1850-0013. Argentina: CTS, 2011. Disponível em: [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-00132011000300011&script=sci\\_abstract&tlng=pt](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?pid=S1850-00132011000300011&script=sci_abstract&tlng=pt) Acesso em:23 ago. 2018.

EKEKWE, Ndubuisi; ISLAM, Nazrul. *Disruptive technologies, innovation and global redesign: emerging implications*. USA: IGI Global, 2012.

ENVISIONING. *Future-proof your organization, 2011*. Disponível em: <https://www.envisioning.io/>. Acesso em 11 dez. 2018.

ESCORREGA, Luis C. F; LOUSADA, Abílio P. Da importância do instrumento militar na actual tipologia de conflitos. Portugal: *Revista Militar*, nov. 2010. Disponível em: <https://www.revistamilitar.pt/artigo/609>. Acesso em: 22 dez. 2018.

FAPESP. Xenotransplantes seguros à vista. *Revista Pesquisa Fapesp*, ed. 72. São Paulo, fev. 2002. Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2002/02/01/xenotransplantes-seguros-a-vista/>. Acesso em 01 dez. 2018.

FERRARI, Flavio. People intelligence: para onde navega a humanidade? *Revista da ESPM*. Ano 20, ed. 95, n. 5. São Paulo: ESPM, set/out. 2014.

FERNANDES, Hugo M. C. As novas guerras: o desafio da guerra híbrida. *Revista de Ciências Militares*, vol. IV, nº 2. Portugal: *ICM*, 2016. Disponível em: [https://www.iium.pt/cisdi/revista/Artigos/Artigo\\_132.pdf](https://www.iium.pt/cisdi/revista/Artigos/Artigo_132.pdf). Acesso em: 10 out. 2018.

FERNANDES, Joé P. T. A Geopolítica clássica revisitada” in *Nação & Defesa* nº 105, 2003, pp. 222-244.

FGV – FUNDAÇÃO GETÚLIO VARGAS. *FGV está entre os 10 melhores think tanks do mundo*. Rio de Janeiro: FGV, 26 jan. 2017. Disponível em: <https://portal.fgv.br/noticias/fgv-esta-entre-10-melhores-think-tanks-mundo>. Acesso em: 10 fev. 2019.

FOUCAULT, Michel. *Em defesa da sociedade*. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

FRANÇA, Tanos C. C; et al. A questão da defesa contra agentes de guerra biológica nas Forças Armadas e no Brasil. *Revista Militar de Ciência e Tecnologia*, pp. 56-67. Rio de Janeiro: Instituto Militar de Engenharia: 2008. Disponível em: [http://www.rmct.ime.br/arquivos/RMCT\\_2\\_quad\\_2008/defesa\\_contra\\_agentes\\_bio.pdf](http://www.rmct.ime.br/arquivos/RMCT_2_quad_2008/defesa_contra_agentes_bio.pdf). Acesso em: 28 jan. 2019.

FILIPOFF, Dmitry. *Distributed lethality and concepts of future war*. EUA: Center for International Maritime Security, 2016. Disponível em: <http://cimsec.org/distributed-lethality-and-concepts-of-future-war/2083>. Acesso em: 13 jul. 2018.

FRAUNHOFER. *Space-borne quantum source to secure communication*. Deutsch, out. 2018. Disponível em: [https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/en/press-media/2018/October/ResearchNews/rn10\\_2018\\_IOF\\_Space-borne%20quantum%20source%20to%20secure%20communication.pdf](https://www.fraunhofer.de/content/dam/zv/en/press-media/2018/October/ResearchNews/rn10_2018_IOF_Space-borne%20quantum%20source%20to%20secure%20communication.pdf) . Acesso em: 03 jan. 2019.

FREEDBERG JR; Sydney J., Centaur Army: Bob Work, Robotics, & the Third Offset Strategy. EUA: *Breaking Defense*, 09 nov. 2015. Disponível em: <https://breakingdefense.com/2015/11/centaur-army-bob-work-robotics-the-third-offset-strategy/>. Acesso em: 06 jan. 2019.



FREITAS, Elcio de Sá. Transferência de tecnologia. *Navigator*. Subsídios para a história marítima do Brasil, v. 10, n. 20. Brasil: Diretoria do Patrimônio Histórico e Documentação da Marinha, dez. 2014.

FUKUYAMA, Francis. *Nosso futuro pós-humano*. Rio de Janeiro: Rocco, 2003.

FUSCO, Cláudia. Arqueólogos encontram indícios de primeira guerra da humanidade. *Revista Galileu*. São Paulo: Editora Globo, 2016.

GASPAR, Carlos. Waltz, Morgenthau e Aron. *Revista das Relações Internacionais*, nº 39. Lisboa: IPRI-UNL, set. 2013. Disponível em: [http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1645-91992013000300001#6](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1645-91992013000300001#6). Acesso em: 23 out. 2018.

GERHARD, Tatiana E.; SILVEIRA, Denise T. *Métodos de Pesquisa*. Rio Grande do Sul: UFRGS, 2009.

GENERAL DYNAMICS. *General Dynamics team successfully completes critical test phase for U.S. Navy Knifefish unmanned undersea vehicle*. EUA: GD, 04 jun. 2018. Disponível em: <https://gdmissionsystems.com/en/articles/2018/06/04/news-release-knifefish-completes-sea-acceptance-testing>. Acesso em: 05 jan. 2019.

GLENN, Jerome C. *Scenarios - Futures Research Methodology*, v 2.0. EUA: Millennium Project, 1994.

GODET, Michel. *Manual de prospectiva estratégica: da antecipação à ação*. Lisboa: Dom Quichote, 1993.

\_\_\_\_\_. *A caixa de ferramentas da prospectiva estratégica*. Lisboa: CEPES, 2000. Disponível em: <http://www.institutobrasilrural.org.br/download/20080615095245.pdf>. Acesso em: 15 nov. 2018.

\_\_\_\_\_. DURANCE, Philippe. *A prospectiva estratégica para as empresas e os territórios*. São Paulo: UNESCO, 2011. Disponível em: <https://pt.scribd.com/document/259094574/A-Prospectiva-Estrate-gica-para-as-Empresas-e-o-Territo-rio-Michel-Godet-and-Philippe-Durance>. Acesso em: 17 jan. 2019.

\_\_\_\_\_. ROUBELAT, Fabrice. *Creating the future: the use and misuse of scenarios*. Long Range Planning. V. 29, n 2, pp 164-171. Nederland: Elsevier, 1996.

GOOD, Irving. J. *Speculations concerning the first ultraintelligent machine*. *Advances in Computers* 6, 31-88. EUA: Academic Press, 1965. Disponível em: <http://acikistihbarat.com/dosyalar/artificial-intelligence-first-paper-on-intelligence-explosion-by-good-1964-acikistihbarat.pdf>. Acesso em: 23 set. 2018.

GRAWITZ, Madeleine. *Métodos y técnicas de las ciencias sociales*. Barcelona, Hispano Europea, 1975.

GRAY, Colin S. *Strategy and Defence Planning: Meeting the Challenge of Uncertainty*. Oxford, UK: Oxford University Press, 2014.

\_\_\_\_\_. *Another bloody century: future warfare*. EUA: Phoenix Press, 2007.

GRAY, Chris H. *Postmodern War – the new politics of conflict*. Great Britain: Routledge: 1997.

GUARDBOT. *Spherical Amphibious Robotic Vehicle Systems*. EUA: Guardbot Inc, 2015. Disponível em: <http://guardbot.org/index.html>. Acesso em: 05 jan. 2019.

GUPTA, Uma G.; CLARKE, Robert E. *Theory and applications of Delphi Technique: a bibliography (1975-1994)*. Nederland: Elsevier, 1996. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0040162596000947>. Acesso em: 23 jan. 2019.

HABEGGER, Beat. Strategic foresight in public policy: Reviewing the experiences of the UK, Singapore and the Netherlands. *Futures*, vol. 42, pp. 49–58. Nederland: Elsevier, 2010.

HAN, Meghan. Boston Dynamics Robodog opens door, owns the Internet. *Synced Review*. EUA: SR, 13 feb. 2018. Disponível em: <https://medium.com/syncedreview/boston-dynamics-robodog-opens-a-door-owns-the-internet-cded79fae992>. Acesso em: 04 jan. 2019.

HANSON ROBOTICS. *Hi, I'm Sophia*. EUA: Hanson Robotics, 2019. Disponível em: <http://www.hansonrobotics.com/sophia/>

HASTINGS, Michael. The rise of the killer drones: how America goes to war in secret. *Rolling Stone Magazine*. EUA: *Penske Business Media*, 2012. Disponível em: <https://www.rollingstone.com/politics/politics-news/the-rise-of-the-killer-drones-how-america-goes-to-war-in-secret-231297/>. Acesso em: 04 jan. 2019.

HAULMAN, Daniel L. U.S. *Unmanned Aerial Vehichles in combat, 1991-2003*. EUA: Air Force Historical Research Agency, 2003. Disponível em: <https://www.afhra.af.mil/Portals/16/documents/Studies/AFD-070912-042.pdf>. Cesso em: 04 jan. 2019.

HAYLES, Katherine N. *How to became posthuman: virtual bodies in cybernetics, literature and informatics*. Chicago (USA): The University of Chicago Press, 1991.

HENEY, Paul. *Evolution of Boston Dynamics Atlas Robot*. The Robot Report. [S.L.]: WTWH Media, 23 mar. 2018. Disponível em: <https://www.therobotreport.com/evolution-boston-dynamics-atlas-robot/>. Acesso em: 04 jan. 2019.

HELMER, Olaf. *Analysis of the future: the Delphi method*. California (EUA): Rand Corporation, 1967. Disponível em: <https://www.rand.org/pubs/papers/P3558.html>. Acesso em: 13 out. 2018.

HOFFMAN, Frank G. *Conflict in de 21<sup>st</sup> Century: the rise of hybrid wars*. Virginia (EUA): Potomac Insittute, 2007.

HOPP, Christian; ANTONS, David; KAMINSKI, Jermain; SALGE, Torsten O. What 40 Years of Research Reveals About the Difference Between Disruptive and Radical Innovation. *Harvard Business Review*, apr. 2018. Disponível em: <https://hbr.org/2018/04/what-40-years-of-research-reveals-about-the-difference-between-disruptive-and-radical-innovation>. Acesso em: 10 dez. 2018..

HSU, Jeremy. The race to develop the world's best quantum tech. EUA: *IEE Spectrum*, 09 jan. 2019. Disponível em: <https://spectrum.ieee.org/tech-talk/computing/hardware/race-for-the-quantum-prize-rises-to-national-priority>. Acesso em: 03 jan. 2019.

HUFF, Ethan. *Future weapons: DARPA seeking innovative designs for insect-sized robots to compete in a series of tactical competition*. EUA: Robot.news, 2018. Disponível em: <https://robots.news/2018-10-02-future-weapons-darpa-seeking-robots-competitions.html>. Acesso em: 02 dez. 2018.

HUTCHENS, Michael. E; et al. Joint Concept for Access and Maneuver in the Global Commons: a new joint operational concept. *Joint Force Quarterly*. National Defense University Press: Whashington, 27 Jan, 2007. Disponível em: <http://ndupress.ndu.edu/Media/News/Article/1038867/joint-concept-for-access-and-maneuver-in-the-global-commons-a-new-joint-operational/>. Acesso em: 2 abr. 2018.

IDC. *Data age 2025: The digitization of the world - from edge to core*. EUA: IDC, nov. 2018. Disponível em: <https://www.seagate.com/files/www-content/our-story/trends/files/idc-seagate-dataage-whitepaper.pdf>. Acesso em 3 dez. 2018.

INOVAÇÃO TECNOLÓGICA. *Nanotecnologia para fins militares*. [S.l.]: [s.d], 2002. Disponível em: <https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=020160020401&id=020160020401>. Acesso em: 23 nov. 2018.

\_\_\_\_\_. *Máquina Enigma da era quântica pronta para ir para o espaço*. [S.l.]: [s.d], 2018. Disponível em: [https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=enigma-quantica-maquina-criptografia-quantica&id=010150181025#.XH\\_nStF7ljU](https://www.inovacaotecnologica.com.br/noticias/noticia.php?artigo=enigma-quantica-maquina-criptografia-quantica&id=010150181025#.XH_nStF7ljU). Acesso em: 23 nov. 2018

INTERNET WORLD STATS. *Internet users in the world by regions – june 30, 2018*. [S.l.]: Miniwatts Marketing Group, 2018. Disponível em: <https://www.internetworldstats.com/stats.htm>. Acesso em: 19 jan. 2019.

IPEA. *Construção de Cenários Prospectivos: conceitos e resultados*. Brasília: 24 set. 2017. Disponível em: [http://www.camara.leg.br/internet/comissao/index/mista/orca/apresentacao/2017/3rap\\_apres\\_ipea.pdf](http://www.camara.leg.br/internet/comissao/index/mista/orca/apresentacao/2017/3rap_apres_ipea.pdf). Acesso em: 20 jan. 2019.

\_\_\_\_\_; ASSECOR. *Brasil 2035: cenários para o desenvolvimento*. Brasília: 2017.

ISAACSON, J. et al. *Predicting military innovation*. Santa Monica, Califórnia: Rand, 1999. Disponível em: [http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/documented\\_briefings/2007/DB242.pdf](http://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/documented_briefings/2007/DB242.pdf). Acesso em: 10 out. 2018.

ISREALI DEFENSE. *Rafael's Protector USV Conducts Successful Missile Firing Demo for NATO*. Israel: 11 jun. 2018. Disponível em: <https://www.israeldefense.co.il/en/node/34530>. Acesso em: 06 jan. 2019.

JOHNSON, Robert A. Predicting Future War. Parameters. *US Army War College Quarterly*, v 44, no. 1, Spring 2014.

JOUVENEL, Bertrand. *Futuribles*. EUA: Rand Corporation, 1965. Disponível em: <<https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/papers/2008/P3045.pdf>>. Acesso em: 18 de jul. 2017.

KAHN, David. *The codebreakers: the story of secret writing*. New York: Macmillan Publishing, 1967.

\_\_\_\_\_. *Seizing the Enigma: The Race to the German U-Boats Codes, 1939-1943*. New York: Barnes & Noble, 1991.

KAPLAN, Abraham; SKOGSTAD, A.L.; GIRSHICK, M. A. *The prediction of social and technological events*. Rand Corporation paper P-93. Santa Mônica (CA): RAND Co., 1949.

KAUL, Inge; GRUNBERG, Isabelle; STERN, Marc A. *International cooperation in the 21<sup>st</sup> Century*. New York: UNDP, 199. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Eugenio\\_Bobenrieth/publication/46440722\\_The\\_Political\\_Economy\\_of\\_International\\_Environmental\\_Cooperation/links/55ddb07308ae79830bb531ed.pdf#page=488](https://www.researchgate.net/profile/Eugenio_Bobenrieth/publication/46440722_The_Political_Economy_of_International_Environmental_Cooperation/links/55ddb07308ae79830bb531ed.pdf#page=488). Acesso em: 21 jan. 2019.

KEEFE, John C. *Disruptive Technologies for Weapon Systems: Achieving the Asymmetric Edge on the Battlefield*, v. 7, n. 4. Nova Iorque (EUA): WSTIAC, 2007. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a521026.pdf>. Acesso em: 21 nov. 2018.

KEENEY, Sinead; HASSON, Felicity; MACKEENA, Hugh. *The Delphi Technique in nursing and health research*. UK: John Willey & Sons, 2011.

KISH, Lazlo B. End of Moore's Law: thermal (noise) death of integration in micro and nanoelectronics. *Physics Letters A* 305, pp.144-149. Netherland: Elsevier, 2002. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/1234/8b2a883393b40897b965364a4623c7deae76.pdf>. Acesso em: 18 out. 2018.

KNELLER, G. F. *A Ciência como Atividade Humana*. São Paulo: ZAHAR/EDUSP, 1978.

KNIGHT, Will. *Quantum cryptography network gets wireless link*. Newscientist, Atown, 7 June 2005. Disponível em: <<http://www.newscientist.com/channel/info-tech/dn7484>>. Acesso em: 7 jan. 2019.

KOSAL, Margaret E. *Science, technology and the future of warfare*. USA: MWI, 2016. Disponível em: <https://mwi.usma.edu/science-technology-future-warfare/>. Acesso em: 13 fev. 2019.

KOSELLECK, R. *Futuro passado*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2006.

KOTT, Alexander; PERCONTI, Philip. *Long-term forecasts of military technologies for a 20-30 year horizon: an empirical assessment of accuracy*. [S.l.]: Cornell University, 2008. Disponível em: <https://arxiv.org/ftp/arxiv/papers/1807/1807.08339.pdf>. Acesso em: 12 jan. 2019.

KOTLER, Philip. *Marketing*, 3.ed. São Paulo: Atlas, 1980.

KRAMER, Katrina. *Quantum computing can go chemical with molecular qubits*. Chemistry World. UK: Royal Society Chemistry, 27 mar. 2018. Disponível em:

<https://www.chemistryworld.com/news/quantum-computing-can-go-chemical-with-molecular-qubits/3008827.article>. Acesso em 29 dez. 2018.

KREPINEVICH, Andrew. *The Military Technical Revolution: a preliminary assessment*. EUA: Center for Strategic and Budgetary Assessments, 2002. Disponível em: <https://csbaonline.org/uploads/documents/2002.10.02-Military-Technical-Revolution.pdf>. Acesso em: 12 out. 2018.

\_\_\_\_\_. Calvary to computer: the pattern of military revolutions. *The National Interest*, n 37, pp. 30-42. [S.l.]: Center for the National Interest, 1994.

KRISHNAN, Armin. Robots, soldiers and cyborgs: the future of warfare. Eua: Robohub, 05 fev. 2014. Disponível em: <https://robohub.org/robots-soldiers-and-cyborgs-the-future-of-warfare/>. Acesso em: 12 jan. 2019.

KURZWEIL, Raymond. *The singularity is near: when human transcend biology*. England: Penguin Group, 2005.

LACERDA, Gustavo. B. Algumas teorias das Relações Internacionais: realismo, idealismo e grocianismo. *Revista Intersaberes*, vol.1, n. 1, p. 56-77. [S.l.]: Uninter, 2006. Disponível em: <https://www.uninter.com/intersaberes/index.php/revista/article/viewFile/87/61>. Acesso em: 14 out. 2018.

LAYTON, David. Revaluating the T in STS. *International Journal of Science Education*, p. 367-378. England: Routledge, 2012.

LECOURT, Dominique. *Humano pós-humano: a técnica e a vida*. Tradução Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Edições Loyola, 2005. CONFERIR SE CONTINUA

\_\_\_\_\_. Technical aspects of bio-defence. *Strategic Analysis*. v. 30, n. 4. Nova Déli (Índia): Institute of Defence Studies and Analysis, 2006. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Ajey\\_Lele/publication/265040181\\_Technical\\_Aspects\\_of\\_Bio-Defence/links/568b872008ae1975839eeb98.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Ajey_Lele/publication/265040181_Technical_Aspects_of_Bio-Defence/links/568b872008ae1975839eeb98.pdf). Acesso em: 19 jan. 2019.

LIANG, Qiao; XIANGSUI, Wang. *Unrestricted Warfare*. Beijing: PLA Literature and Arts Publishing House, fev. 1999.

LEMOIS, Flávia C. S.; GALINDO, Dolores; NATALE, Anna; SILVA, Daiane G.; SANTOS, Igor C. A guerra atual e o uso de drones: práticas biopolíticas do matar em nome da vida. *Psicologia Política*, v. 14, n. 30, pp. 283-295. Minas Gerais: ABPP, 2014. Disponível em: <http://pepsic.bvsalud.org/pdf/rpp/v14n30/v14n30a05.pdf>

LIMA, Raphael C.; CURADO, Maurício P. F. *O futuro do Estado no Brasil e seus impactos na sociedade: questões para o desenvolvimento até 2035*. Brasília: IPEA, 2017. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td\\_2326b.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/TDs/td_2326b.pdf). Acesso em: 19 jan. 2019.

LIND, William; et al. *The Changing Face of War: Into the Fourth Generation*. Marine Corps Gazette. p. 22 - 26, October, 1989.

LINSTONE, Harold A., TUROFF, Murray. *The Delphi method: Techniques and applications*. Massachussets (EUA): University of Southern California, 1975. Disponível em: <https://web.njit.edu/~turoff/pubs/delphibook/delphibook.pdf>. A

LLOYD, Seth. *Quantun Enigma machines*. Cambridge (USA): MIT, 2013. Disponível em: <https://arxiv.org/pdf/1307.0380.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2019.

LYOTARD, Jean-François. *O pós-moderno*. Rio de Janeiro, José Olympio, 1986.

MAHAN, Alfred T. *The Influence of Sea Power Upon History 1660-1783*, Londres, Sampson Low, Marston & Company, 1890. Reedição: N.Y., Dover, 1987.

\_\_\_\_\_. *Administration and Warfare*. Boston: Little Brown, 1907.

MARCIAL, Elaine C. (Organizadora). *Megatendências mundiais 2030: o que entidades e personalidades internacionais pensam sobre o futuro do mundo?: contribuição para um debate de longo prazo para o Brasil*. Brasília: IPEA, 2015.

\_\_\_\_\_. *Análise estratégica: estudos de futuro no contexto da inteligência competitiva*. v. 1. Brasília: Thesaurus Editora, 2011.

\_\_\_\_\_. *Cenários prospectivos: como construir um futuro melhor*. Rio de Janeiro: Editora FGV, 2011b.

\_\_\_\_\_; COSTA, Alfredo J. L. *O uso de cenários prospectivos na estratégia empresarial: vidência especulativa ou inteligência competitiva?* Anais do 25º encontro da ANPAD. Campinas: set 2011. Disponível em: [http://antigo.enap.gov.br/downloads/ec43ea4fENANPAD-MarcialCosta\\_Final.pdf](http://antigo.enap.gov.br/downloads/ec43ea4fENANPAD-MarcialCosta_Final.pdf). Acesso em: 12 jan. 2019.

\_\_\_\_\_; GRUMBACH, R. J. S. *Cenários prospectivos: como construir um futuro melhor*. Rio de Janeiro: FGV, 2006.

MARX, Karl. *O Capital – crítica da economia política*. Trad. Reginaldo Sant’Anna. Rio de Janeiro: Ed. Civilização Brasileira, 2008.

MARKOF, John. *Lei de Moore está se esgotando, e tecnologia busca novos sucessores*. São Paulo: Folha de São Paulo, 05 mai. 2016. Disponível em: <https://www1.folha.uol.com.br/tec/2016/05/1768028-lei-de-moore-esta-se-esgotando-e-tecnologia-busca-sucessores.shtml>. Acesso em: 23 out. 2018.

MANN, Eduard. Desert Storm: The first information war?, *Airpower Journal*, Winter 1994, pp. 4-14. Disponível em: <http://www.cdsar.af.mil/air-chronicles.html>. Acesso em: 22 dez. 2018

MARCHANT, Gary E. et al., International Governance of Autonomous Military Robots, *Columbia Science and Technology Law Review*, n.12, p 272–276. USA: AUP, 2011. Disponível em: <http://stlr.org/download/volumes/volume12/marchant.pdf>. Acesso em: 03 jan. 2019.

MARCONI, Marina A.; LAKATOS, Eva M. *Metodologia científica*. São Paulo: Editora Atlas, 2011.

MAZARR, M. J. *The Revolution in Military Affairs: A Framework for Defense Planning*. Army War College. EUA: Strategic Studies Institute, jun. 1994.

MAZE, Rick. *Radical changes is coming*. EUA: Association of United States Army, 2016. Disponível em: <https://www.ausa.org/articles/radical-change-coming-gen-mark-milley>. Acesso em: 01 julho 2018.

MAYBERRY, Michael. *Intel's new self-learning chip promises to accelerate artificial intelligence*. EUA: Intel, 2017.

MCKEE, Maggie. *Long-lived qubits survive for record times*. United Kingdom: Oxford Quantum, 2014. Disponível em: <http://oxfordquantum.org/stories/>. Acesso em 02 jan. 2019.

MELLO, Celso de Albuquerque. *Curso de direito internacional público*. 15. ed. ver. e ampl. Rio de Janeiro: Renovar, 2004.

MEDEIROS FILHO, Oscar. *Desafios da estratégia militar para o Brasil*. Blog do Exército Brasileiro. Brasil: ME, 01 nov. 2018. Disponível em: <http://eblog.eb.mil.br/index.php/menu-easyblog/transformacao-militar.html>. Acesso em: 26 dez. 2018.

MENDES, João M. *11 de Setembro de 2001: salto qualitativo na Guerra assimétrica*. [S.l]: Janus, 2002.

MILES, Dona. *Special Operations Command leads development of 'IronMan' suit*. EUA: U.S. Army, 2014. Disponível em: [https://www.army.mil/article/125325/special\\_operations\\_command\\_leads\\_development\\_of\\_iron\\_man\\_suit](https://www.army.mil/article/125325/special_operations_command_leads_development_of_iron_man_suit). Acesso em 02. Dez. 2019.

MILITARY FACTORY. *Kratos UTAP-22 Mako*. EUA: MF, c2019. Disponível em: [https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.asp?aircraft\\_id=1754#overview](https://www.militaryfactory.com/aircraft/detail.asp?aircraft_id=1754#overview). Acesso em: 04 jan. 2019.

MINAYO, Maria Cecília de Souza (org.). *Pesquisa Social. Teoria, método e criatividade*. Petrópolis: Vozes, 2001.

MODHA, Dharmendra S. *TrueNorth's neurons to revolutionize system architecture*. EUA: IBM, 2014. Disponível em: <http://www.research.ibm.com/articles/brain-chip.shtml>. Acesso em: 06 jan. 2019.

MOJICA, Francisco Jose. Determinismo y construcción del futuro. *Technology Trends*, 1998-2000. [S.l.]: Gartner Group, 1999.

MONTEIRO, Luis N. C. S. Guerra de 4ª Geração. *Revista Militar*, nº 2.591, dez. v2017. Disponível em: <https://www.revistamilitar.pt/artigo/1288>. Acesso em: 16 jan. 2019.

MORE, M. *Transhumanism: toward a futurist Philosophy, 1990*. Disponível em: <http://www.maxmore.com/transhum.htm>. Acesso em: 21 abr. 2018.

MORITZ, Gilberto O.; PEREIRA, Maurício F. Planejamento de cenários: a evolução do pensamento prospectivo. *Revista de Ciências da Administração*, v. 7, n.13. Santa Catarina: UFSC, 2005.

MORGENTHAU, Hans J. *Politics among nations: the struggle for power and peace*. New York: A.A. Knopf, 1948.

MOURA, José A. A. *A estratégia naval brasileira no pós-Guerra Fria*. Rio de Janeiro, Femar, 2014.

MUNIN. *The Autonomous Ship*. [S.l.]: c2016. Disponível em: <http://www.unmanned-ship.org/munin/about/the-autonomus-ship/>. Acesso em: 05 jan. 2019.

MYERS, Donald F. *Custer's Gatling guns. What if he had taken his machine guns to the Little Big Horn?* Canada: British Columbia, 2008.

NASA. *Quantum Computing*. EUA: 2018. Disponível em: <https://www.nas.nasa.gov/projects/quantum.html>. Acesso em: 29 dez. 2018.

NATO. *Strategic foresight analysis*. Belgium: 2017. Disponível em: [http://www.act.nato.int/images/stories/media/doclibrary/171004\\_sfa\\_2017\\_report\\_hr.pdf](http://www.act.nato.int/images/stories/media/doclibrary/171004_sfa_2017_report_hr.pdf). Acesso em: 23 jan. 2019.

NAUGHTON, Russel. *Piloted aerial vehicles: an anthology*. Australian: Monash University, 2003. Disponível em: [http://www.ctie.monash.edu.au/hargrave/rpav\\_home.html](http://www.ctie.monash.edu.au/hargrave/rpav_home.html). Acesso em: 04 jan. 2018.

NAVAL TECHNOLOGY. *Knifefish Unmanned Undersea Vehicle (UUV)*. EUA: Verdict Media Limited, c2019. Disponível em: <https://www.naval-technology.com/projects/knifefish-unmanned-undersea-vehicle-uuv/>. Acesso em: 05 jan. 2019.

NAVAL WAR COLLEGE. *The evolution of Sea Power*. EUA: NWC, [1982?]. Disponível em: <https://archive.org/details/CIA-RDP80-01446R000100080016-2>. Acesso em: 03 out. 2018.

NEVES, João Pires. O poder naval do século XXI. *Jornal de Defesa e Relações Internacionais*. Portugal: JDRI, 2016. Disponível em: [http://database.jornaldefesa.pt/forcas\\_armadas/marinhas/JDRI%20176%20280216%20poder%20naval.pdf](http://database.jornaldefesa.pt/forcas_armadas/marinhas/JDRI%20176%20280216%20poder%20naval.pdf). Acesso em: 23 jul. 2018.

NIELSEN, Michael A.; CHUANG, Isaac L. *Quantum Computation and Quantum Information*. Cornell University. New York (USA): Cambridge University Press, 2010.

NILSSON, Nils J. *Shakey the robot*. London: SRI International, 1984. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/dtic/tr/fulltext/u2/a458918.pdf>. Acesso em: 04 jan. 2019

NOTTEN, Phillip V. F.; et al. *A updated scenario typology*. Netherlands: Elsevier, 2003. Disponível em: <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.475.6692&rep=rep1&type=pdf>. Acesso em: 26 jan. 2019.

NOVA. *Pre-aviations UAVs – Perley's Aerial Bomber (USA)*. EUA: PBS, 2002. Disponível em: [https://www.pbs.org/wgbh/nova/spiesfly/uavs\\_01.html](https://www.pbs.org/wgbh/nova/spiesfly/uavs_01.html). Acesso em: 05 jan. 2019.

NORTHROP GRUMMAN. *Global Hawk - delivering actionable intelligence and communications support*. EUA: NGC, 2016.



NUNES, Carlinda F. P. A dimensão tecnomística dos autômatas (prodígios técnicos) e émpsykha agálmata (criaturas animadas) no imaginário da Grécia Antiga. Rio de Janeiro: *Principia*, 2008. Disponível em: <http://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/principia/article/view/11216>. Acesso em: 02 jan. 2019.

NUNES, R. et al. *Guia Prático de Prospectiva Regional em Portugal*. Luxemburgo (Comissão Europeia): Serviço das Publicações Oficiais das Comunidades Europeias, 2002. Disponível em: [http://publications.europa.eu/resource/ellar/1e4d9750-508b-428c-81c0-6deadeb5947a.0001.02/DOC\\_1](http://publications.europa.eu/resource/ellar/1e4d9750-508b-428c-81c0-6deadeb5947a.0001.02/DOC_1). Acesso em: 15 jan. 2019

NURKIN, Tate. *The future of the global defence industry*. UK: Jane's, sep. 2016. Disponível em: <https://cdn.ihs.com/www/pdf/The-Future-of-the-Global-Defence-Industry.pdf>. Acesso em: 12 dez. 2018.

NYE, Joseph. *O paradoxo do poder americano: por que a única superpotência do mundo não pode prosseguir isolada*. São Paulo: Editora Unesp, 2002.

\_\_\_\_\_. *Soft Power: the means to success in world politics*. New York (USA): Public Affairs, 2004.

\_\_\_\_\_. *The future of power*. Nova Iorque: PublicAffairs, 2011.

\_\_\_\_\_. *In Mideast, the goal is 'smart power'*. USA: Belfer Center, 19 aug. 2016. Disponível em: <https://www.belfercenter.org/publication/mideast-goal-smart-power>. Acesso em: 20 dez. 2018.

\_\_\_\_\_; ARMITAGE, Richard L. *A smarter, more secure America*. EUA: CSIS, 2007. Disponível em: [https://csis-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/legacy\\_files/files/media/csis/pubs/071106\\_csissmartpowerreport.pdf](https://csis-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/legacy_files/files/media/csis/pubs/071106_csissmartpowerreport.pdf). Acesso em: 22 dez. 2018.

O'BRIEN, Patrick. The micro foundations of macro invention: the case of the reverend Edmund Cartwright. *Textile History*, n.28, p. 201-233. [S.l.]: [s.n.], 1997. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1179/004049697793710914>. Acesso em: 21 nov. 2018.

OECD – *Organization for Economic Co-operation and Development, Manual de Oslo – ONU*. Convention sur la diversité biologique: Paris, 1992. Disponível em: <https://www.cbd.int/doc/legal/cbd-fr.pdf>. Acesso em: 23 out. 2018.

OXFORD. *Definition of disrupt in english*. London: Oxford University Press, c2018. Disponível em: <https://en.oxforddictionaries.com/definition/disrupt>. Acesso em: 28 out. 2018.

PAIVA, Luiz E. R. *Principais áreas de fricção no mundo atual: reflexos para a defesa nacional*. Ciclo de Debates. Brasília, IPEA, 2011. Disponível em: [http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/livro\\_prospectiva\\_cenariosglobais.pdf](http://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/livros/livros/livro_prospectiva_cenariosglobais.pdf). Acesso em: 15 jan. 2019.

PARÉ, Ambroise. As primeiras lesões por armas de fogo. *Revista Portuguesa de Cirurgia*, n. 23. Lisboa: Sociedade Portuguesa de Cirurgia, dez. 2012. Disponível em:

[http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1646-69182012000400013](http://www.scielo.mec.pt/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1646-69182012000400013). Acesso em: 21 nov. 2018.

PARK, Jee W.; et al. *Second-scale nuclear spin coherence time of ultracold  $^{23}\text{Na}^{40}\text{K}$  molecules*. Science, 28 jul. 2017. Disponível em: <http://science.sciencemag.org/content/357/6349/372>. Acesso em: 30 dez. 2018.

PASSARELLI, B. *Do mundaneum à WEB semântica: discussão sobre a revolução nos conceitos de autor e autoridade das fontes de informação*. Rio de Janeiro, Datagramazero, v. 9, n. 5, 2008. Disponível em: [http://www.dgz.org.br/out08/Art\\_04.htm](http://www.dgz.org.br/out08/Art_04.htm). Acesso em: 03 nov. 2018.

PECCHORROMÁN, José M. P.; VEIGA, Ricardo. *Estudo sobre a indústria brasileira e europeia de veículos aéreos não tripulados*. Brasília: MDIC, [2016?]. Disponível em: [http://www.mdic.gov.br/images/publicacao\\_DRONES-20161130-20012017-web.pdf](http://www.mdic.gov.br/images/publicacao_DRONES-20161130-20012017-web.pdf)

PECEQUILO, Cristina S. *Introdução às relações internacionais*. Rio de Janeiro, Vozes, 2004.

PEPPERELL, Robert. *The post-human condition*. Oxford: Intellect, 1995.

PERDIGÃO, Dulce M.; HERLINGER, Maximiliano; WHITE, Oriana M. *Teoria e prática da pesquisa aplicada*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

PEREIRA, Antonio F. C. G. *Obras do Barão do Rio Branco – IX Discursos*. Brasília: Funag, 2012.

PIRRÓ E LONGO, Waldimir. Tecnologia militar: conceituação, importância e cerceamento. *Revista Tendências Mundiais*, v. 3, n. 5. Fortaleza: Jul/Dez 2007. Disponível em: <http://www.tensoesmundiais.net/index.php/tm/rt/printerFriendly/38/0>. Acesso em: 3 jan. 2019.

PLATIAU, Ana Flávia Barros; BARROS, Jorge Gomes do Cravo; MAZZEGA, Pierre; OLIVEIRA, Liziane Paixão Silva. Correndo para o mar no antropoceno: a complexidade da governança dos oceanos e a estratégia brasileira de gestão dos recursos marinhos. *Revista do Direito Internacional*. vol 12, nº 1. São Paulo: Uniceub, 2015.

POPPER, Rafael. How are foresight methods selected? *Foresight*, vol. 10, Issue 6, pp 62-89. EUA: Emerald Group Publishing Limited, 2008. Disponível em: <https://www.emeraldinsight.com/doi/full/10.1108/14636680810918586>. Acesso em: 19. Jan. 2019.

PORTER, Alan et al. *Forecasting and management of technology*. New York: J. Wiley, 2011.

PORTER, M. *Vantagem competitiva – criando e sustentando um desempenho superior*. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

PWC. *Megatendências: uma síntese das implicações*. São Paulo: 2018. Disponível em: [https://www.pwc.com.br/pt/publicacoes/institucionais/assets/2015/megatendencias\\_15.pdf](https://www.pwc.com.br/pt/publicacoes/institucionais/assets/2015/megatendencias_15.pdf). Acesso em: 13 jan. 2019.

RAFAEL ADVANCED DEFENSE SYSTEMS. *Protector @ USV AT/FP*. Israel: c2018. Disponível em: <http://www.rafael.co.il/5684-2265-en/Marketing.aspx>. Acesso em: 05 jan. 2019.

RAND CORPORATION. *Operation Enduring Freedom*. Califórnia (EUA): RAND Co, 2005. Disponível em: [https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research\\_briefs/2005/RAND\\_RB9148.pdf](https://www.rand.org/content/dam/rand/pubs/research_briefs/2005/RAND_RB9148.pdf). Acesso em: 23 nov. 2018.

RIBEIRO, Carlos; MENEZES, Sofia; MACIEIRA, Carlos. Análise das duas Guerras do Golfo Pérsico (1991 e 2003), contributos para a transformação do Exército Português. Lisboa: *Proelium*, nº 3, VI Série, 2005, pp. 55-112.

RODRIGUES, Márcio. A. M.; BRASÃO, M. R. *Da neutralidade da tecnologia. VII Encontro de pesquisa e educação*. Universidade de Uberaba, out. 2013. Disponível em: <http://revistas.uniube.br/index.php/anais/article/viewFile/701/998>. Acesso em: 20 out. 2018.

ROMILLY, Jacqueline de. *A tragédia grega*. Lisboa: Ed. Edições 70, 2008.

ROSALES, Samuel. A guerra de insurgência na atualidade. *Revista da Escola de Guerra Naval*, v. 30, pp 251-257. Rio de Janeiro: jan./jun. 2014.

ROSSEAU, Jean-Jacques. Princípios do Direito da Guerra. Trad. Evaldo Becker. *Trans/Form/Ação*, v.34, n.1, p.149-172. Marília (SP): UNESP, 2011. Disponível em: <http://revistas.marilia.unesp.br/index.php/transformacao/article/view/1054/953>. Acesso em: 23 out. 2018.

\_\_\_\_\_. *Rousseau e as Relações Internacionais*. Clássicos IPRI. São Paulo: UNB, 2003. Disponível em: [http://funag.gov.br/loja/download/177-Rousseau\\_e\\_as\\_Relacoes\\_Internacionais.pdf](http://funag.gov.br/loja/download/177-Rousseau_e_as_Relacoes_Internacionais.pdf). Acesso em: 23 out. 2018.

ROSSETTO, R. Inovação: é o nome do jogo. *Revista PEGN*, jul. 2006, p. 46-56.

RUDIGER, Francisco. *Cibercultura e pós-humanismo*. Porto Alegre: EdiPUCRS, 2008. 165 p. Disponível em: [http://www.academia.edu/25211504/Cibercultura\\_e\\_pós-humanismo\\_Exercícios\\_de\\_arqueologia\\_e\\_criticismo](http://www.academia.edu/25211504/Cibercultura_e_pós-humanismo_Exercícios_de_arqueologia_e_criticismo). Acesso em: 02 jan. 2018.

SANTOS, Mauro D. *Tecnologia disruptiva: como a tecnologia pode mudar a humanidade*. [S.l.]: CIMM, 25 mai. 2018. Disponível em: <https://www.cimm.com.br/portal/artigos/16738-tecnologia-disruptiva>. Acesso em: 29 out. 2018.

SAMUELSON, Robert J. *Harvard's silly and dreary Innovation Debate*. The Washington Post, 25 jun. 2014. Disponível em: [https://www.washingtonpost.com/opinions/robert-samuelson-harvards-silly-and-dreary-innovation-debate/2014/06/25/06e5c7e6-fc74-11e3-b1f4-8e77c632c07b\\_story.html?noredirect=on&utm\\_term=.5b4980c9ae7b](https://www.washingtonpost.com/opinions/robert-samuelson-harvards-silly-and-dreary-innovation-debate/2014/06/25/06e5c7e6-fc74-11e3-b1f4-8e77c632c07b_story.html?noredirect=on&utm_term=.5b4980c9ae7b). Acesso em 10 dez. 2018.

SARAGOZA, José. *Breves notas sobre análise prospectiva*. Portugal: Universidade de Évora, 2013. Disponível em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/bitstream/10174/10295/1/Breves%20Notas%20sobre%20Prospectiva%20%28J.%20Sarago%20C3%A7a%29.pdf>. Acesso em: 15 jan. 2019.

SCHMITT, Carl. *The concept of the political*. Translation, Introduction, and Notes by George Schwab. USA: The University of Chicago Press, 2007.

\_\_\_\_\_. *O conceito do político e a teoria do partisanso*. Trad. Geraldo de Carvalho. Belo Horizonte: Del Rey, 2009.

SCHNEIDER, Fernand. *História das Doutrinas Militares*. São Paulo: Difusão Editorial, 1975.

SCHMIDT, Flávia H. *Ciência, Tecnologia e Inovação em Defesa: notas sobre o caso do Brasil*. Radar: Tecnologia, Produção e Comércio Exterior, v. 24, fev. 2013.

SCHMITT-MANDERBACH, Tobias; et al. *Experimental demonstration of free-space decoy-state quantum key distribution over 144 km*. In: Lasers and Electro-Optics, 2007 and the International Quantum Electronics Conference- European Conference. German: The American Physical Society, 2007. Disponível em: [https://xqp.physik.uni-muenchen.de/publications/files/articles\\_2007/prl\\_98\\_010504.pdf](https://xqp.physik.uni-muenchen.de/publications/files/articles_2007/prl_98_010504.pdf). Acesso em 03 jan. 2018.

SCHWAB, Klaus. *The Fourth Industrial Revolution*. Switzerland: World Economic Forum, 2016.

SCHWARTZ, Peter. *A arte da visão de longo prazo*. 2. Ed. São Paulo: Best Seller, 2000.

SEBASTIAN, Abu; et al. *Brain-inspired computing using phase-change memory devices*. EUA: AIP, 2018. Disponível em: <https://aip.scitation.org/doi/pdf/10.1063/1.5042413?class=pdf>. Acesso em: 06 jan. 2019.

SENÁN, José M. G. C. *Guerra del Pacífico: La Batalla del Golfo de Leyte*. Madrid: Ediciones Nowtilus, 2016.

SHILLITO; Larry M.; DE MARLE, David J. *Value: its measurement, design and management*. EUA: John Wiley & Sons Inc, 1992.

SHUFORD, J. L. *A new maritime strategy: admiral Mullen's challenge*. *Naval War College Review* 59, n 4, pp. 7-10. Washington: NWC, 2006.

SILVA, Manuel M. A. *Dicionário terminológico da nanociência e da nanotecnologia*. São Paulo: Editora Appris, 2017.

SINGER, Paul W. *Military robots and the laws of war*. *The New Atlantis*, No. 23, pp. 25-45. Washington (EUA), 2009. Disponível em: <http://www.jstor.org/stable/43152939>. Acesso em 04. Jan. 2019.

SINGH, Simon. *O livro dos códigos: A ciência do sigilo – do antigo Egito à criptografia quântica*. 9.ed. Rio de Janeiro: Editora Record, 2011.

SIPRI – STOCKHOLM INTERNATIONAL PEACE RESEARCH INSTITUTE. *Military expenditure database*. Sweden: SIPRI, 2017. Disponível em: <https://www.sipri.org/yearbook/2018/04>. Acesso em: 27 dez. 2018.

SPARROW, Robert. *Killer Robots*. *Applied Philosophy*, vol. 24, n.1. Oxford (USA): Blackwell Publishing, 2007. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1111/j.1468-5930.2007.00346.x>. Acesso em: 04 jan. 2019.

SPRINGER, Paul J. *Military Robots and drones: a reference handbook*. California: ABC-Clio, 2013.

STRATFOR WORLDVIEW. *Global trends*. EUA: Stratfor Enterprise Inc., 2019. Disponível em: <https://worldview.stratfor.com/article/2019-annual-forecast-geopolitics-intelligence-global-risk>. Acesso em: 13 jan. 2019.

TADEU, Tomaz. *Antropologia do ciborgue: as vertigens do pós-humano*. 2 ed. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009.

TERMIUM PLUS. *The Government of Canada's terminology and linguistic data bank*. [Technology]. Canadá: Government of Canadá, 2016. [S.l.: c2018. Disponível em: [http://www.btb.termiumplus.gc.ca/tpv2alpha/alpha-eng.html?lang=eng&i=1&srchtxt=technology&index=alt&codom2nd\\_wet=1#resultrec](http://www.btb.termiumplus.gc.ca/tpv2alpha/alpha-eng.html?lang=eng&i=1&srchtxt=technology&index=alt&codom2nd_wet=1#resultrec). Acesso em: out. 2018.

THE MILLENNIUM PROJECT. *About us*. Switzerland: American Council for the United Nations University, c2017. Disponível em: <http://www.millennium-project.org/about-us/>. Acesso em: 29 nov. 2018.

THE TELEGRAPH. *RAF fast jet pilots: £4m training scheme selects only the most talented airmen*. United Kingdom: TMG, 13 apr. 2011. Disponível em: <https://www.telegraph.co.uk/finance/newsbysector/industry/defence/8446324/RAF-fast-jet-pilots-4m-training-scheme-selects-only-the-most-talented-airmen.html>. Acesso em: 05 jan. 2019.

TIBBITS, Skylar. *4D printing: multi-material shape change*. USA: Architectural Design, 2014. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/ad.1710>. Acesso em 13 dez. 2018.

TILL, Geoffrey. *Seapower: A Guide for the Twenty-First Century*. London: Routledge, 2009.

\_\_\_\_\_. *Seapower in the 21st Century*. *Australian Maritime Issues 2005: Spc-A Annual*, p. 1-18. Australia: Commonwealth of Australia, 2005. Disponível em: <http://www.navy.gov.au/sites/default/files/documents/PIAMA16.pdf>. Acesso em: 23 jul. 2018.

TOFFLER, Alvin; TOFFLER, Heidi. *War and Anti-War: Survival at the Dawn of the 21st Century*. Boston MA: Little, Brown and Co., 1993.

\_\_\_\_\_. *A Terceira Onda*. Rio de Janeiro: Distribuidora Record de Serviços de Imprensa, 1989.

TOSI, Giuseppe (Org.). *Norberto Bobbio: democracia, direitos humanos, guerra e paz*. João Pessoa (PB): Editora da UFPB, 2013.

TREVITHICK, Joseph. *The future of Naval warfare will have a lot more spy submarines*. USA: The Drive, 2019. Disponível em: <http://www.thedrive.com/the-war-zone/11110/the-future-of-naval-warfare-will-have-a-lot-more-spy-submarines>. Acesso em 13 ago. 2018.

TUCÍDIDES. *A história da guerra do Peloponeso*. Tradução Mário da Gama Kury. São Paulo: IPRI, 21987. Disponível em: [http://funag.gov.br/loja/download/0041-historia\\_da\\_guerra\\_do\\_peloponeso.pdf](http://funag.gov.br/loja/download/0041-historia_da_guerra_do_peloponeso.pdf). Acesso em: 24 jun. 2018.

TUCKER, Patrick. *US Christens first ghost ship (and the dawn of the robotic navy)*. USA: Defense One, 7 apr. 2016. Disponível em: <https://www.defenseone.com/technology/2016/04/us-christens-first-ghost-ship-and-dawn-robotic-navy/127298/>. Acesso em: 05 jan. 2019.

TURING, Alan M. Computing machine and intelligence. *Mind*, vol. LIX, p. 433-460. England: Oxford University, 01 oct. 1950. Disponível em: <https://www.csee.umbc.edu/courses/471/papers/turing.pdf>. Acesso em: 23 out. 2018.

TURING, Dermot. X, Y e Z. *The Real Story of How Enigma Was Broken*. [S.l.]: The History Press, 2018.

TVZVEZDA. *Военнослужащий 3-го поколения: главком Сухопутных войск рассказал, какой будет экипировка «Патрик-3»*. Russia: 2017. Disponível em: <https://tvzvezda.ru/news/opk/content/201711010828-uxy3.htm>. Acesso em: 02 dez. 2019.

TZU, Sun. *A arte da guerra*. Trad. Luís Serrão. Lisboa: Coisas de Ler, 2002.

UAV UNIVERSE. *Pre-aviation days*. Disponível em: <https://sites.google.com/site/uavuni/pre-aviation-days>. Acesso em: 15 set. 2018.

UNITED STATES OF AMERICA. National Intelligence Council. *Global trends: Paradox of progress*. Washington: NIC, 2017.

U.S. JOINT STAFF. JOE 2035, *The Joint Force in an Contested and Disordered World*. EUA: DoD, 2016. Disponível em: [https://www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Doctrine/concepts/joe\\_2035\\_july16.pdf?ver=2017-12-28-162059-917](https://www.jcs.mil/Portals/36/Documents/Doctrine/concepts/joe_2035_july16.pdf?ver=2017-12-28-162059-917). Acesso em: 18 jan. 2019.

VÁLERY, Paul. *Regards sur le monde actuel et autres essais*. Paris: Gallimard, 1945. Disponível em: [http://classiques.uqac.ca/classiques/Valery\\_paul/regards\\_monde\\_actuel\\_autres\\_essais/valery\\_regards\\_monde\\_actuel.pdf](http://classiques.uqac.ca/classiques/Valery_paul/regards_monde_actuel_autres_essais/valery_regards_monde_actuel.pdf). Acesso em: 23 nov. 2018.

VARGAS, Milton. *Para uma filosofia da tecnologia*. São Paulo: Alfa-Ômega, 1994.

VAZ, Mira. *A civilização das Forças Armadas em sociedades demoliberais*. Lisboa: Edições Cosmos/IDN, 2002.

VESTERGAARD, Erik. *The german chiper machine Enigma*. Deutsch: Matematik Sider, 2017. Disponível em: [http://www.matematiksider.dk/enigma\\_eng.html](http://www.matematiksider.dk/enigma_eng.html) Acesso em: 02 dez. 2019.

VELHO, Sérgio R. K; et al. Nível de Maturidade Tecnológica: uma sistemática para ordenar tecnologias. *Revista Parceria Estratégica*, v. 22, n. 45, pp 119-140. Brasília: CGEE, 2017.

VIANNA FILHO, Arlindo. Estratégia naval brasileira. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 1995. *Revista Saúde Coletiva*, p. 341-362. Rio de Janeiro: Physis, 2014.

VILAÇA, Murilo M.; DIAS, Maria C. M. Transhumanismo e futuro. *Revista Saúde Coletiva*, p. 341-362. Rio de Janeiro: Physis, 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/physis/v24n2/0103-7331-physis-24-02-00341.pdf>. Acesso em: 23 set. 2018.

VINCENT, James. *Putin says the nation that leads in “AI will be the rule of the world”*. [S.l.]: The Verge, 04 sep. 2017. Disponível em: <https://www.theverge.com/2017/9/4/16251226/russia-ai-putin-rule-the-world>. Acesso em: 06 jan. 2019.

VIRGINIATECH. *Application specific protective body panels for the ESCHER humanoid robot*. EUA: VT, c2015. Disponível em: <http://www.vthumanoidrobot.com/>. Acesso em: 04 jan. 2019.

WACK, Pierre. Scenarios: uncharted waters *ahead*. Harvard Business Review. EUA: Harvard University, 1985. Disponível em: <https://hbr.org/1985/09/scenarios-uncharted-waters-ahead>. Acesso em: 19 jan. 2019.

WAGAR, W. Warren. H.G. Wells and the Genesis of Future Studies. *World Future Society Bulletin*, v 17. no. 1, Jan-Feb 1983, p. 25-29. Disponível em: <https://eric.ed.gov/?q=WAGAR%2c+W.+Warren.&id=EJ278709>. Acesso em: 17 de jul. 2018.

WAGNER, Christiane. Zeitgeist, o espírito do tempo – experiências estéticas. *Revista de Cultura e Extensão*, p. 21-29. São Paulo: USP, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9060.v12i0p21-29>. Acesso em: 25. Nov. 2018.

WEDIN, Lars. *Estratégias marítimas do Século XXI: a contribuição do almirante Castex*. [Rio de Janeiro?]: Escola de Guerra de Guerra Naval, 2015.

WORLD ECONOMIC FORUM. *Deep shift technology tipping points and societal impact*. Switzerland: WEF, set. 2015. Disponível em: [http://www3.weforum.org/docs/WEF\\_GAC15\\_Technological\\_Tipping\\_Points\\_report\\_2015.pdf](http://www3.weforum.org/docs/WEF_GAC15_Technological_Tipping_Points_report_2015.pdf). Acesso em 2 dez. 2018.

XINHUA. *China launches first-ever quantum communication satellite*. China: Xinhuanet, 16 ago. 2016. Disponível em: [http://www.xinhuanet.com/english/2016-08/16/c\\_135601026\\_2.htm](http://www.xinhuanet.com/english/2016-08/16/c_135601026_2.htm). Acesso em: 03 dez. 2019.

YUE, Yi; KALLONIATIS, Alexander; KOHN, Elizabeth. *A concept for 5th generation operational level military headquarters*. London: ICCI, 2016. Disponível em: [https://static1.squarespace.com/static/53bad224e4b013a11d687e40/t/57c82fa846c3c48ab13b588b/1472737193692/paper\\_45.pdf](https://static1.squarespace.com/static/53bad224e4b013a11d687e40/t/57c82fa846c3c48ab13b588b/1472737193692/paper_45.pdf). Acesso em: 04 jan. 2019.

ZARPELÃO, Sandro H. M. *A Guerra do Golfo (1991) como teste para um novo tipo de conflito: a Guerra Instantânea*. Artigo apresentado no 15º Seminário Nacional de História da Ciência e Tecnologia. Florianópolis (SC): 16 a 18 nov. 2016. Disponível em: [http://www.15snhct.sbhc.org.br/resources/anais/12/1473992336\\_ARQUIVO\\_ArtigoAGuerradoGolfo\(1991\)comotesteparaumnovotipodeconflito-GuerraInstantanea-15oSeminarioNacionaldeHistoriadaCiencia2016.pdf](http://www.15snhct.sbhc.org.br/resources/anais/12/1473992336_ARQUIVO_ArtigoAGuerradoGolfo(1991)comotesteparaumnovotipodeconflito-GuerraInstantanea-15oSeminarioNacionaldeHistoriadaCiencia2016.pdf). Acesso em: 26 dez. 2018.

## ANEXO 1 – Pesquisa Delphi

A pesquisa Delphi, estruturada em nove etapas, foi aplicada no formato de questionários enviados por meio eletrônico. Um convite inicial foi enviado para um grupo de 104 peritos civis e militares, nacionais e estrangeiros, da área marítima e de defesa. Destes, 49 participaram efetivamente da pesquisa com envio de respostas. A finalidade deste método foi obter o consenso sobre as variáveis que compõem o ambiente da guerra naval do futuro e, com isso, subsidiar a roteirização dos cenários prospectivos. Os questionários foram aplicados em três rodadas. A partir das respostas recebidas em cada rodada, elaborou-se um novo grupo de perguntas que foram submetidas aos painelistas.

### 1ª Rodada

\* 1. Considerando que o ambiente dos conflitos armados no mar nos próximos 30 anos poderá envolver diversos aspectos como psicológicos, sociológicos, tecnológicos, culturais, dentre outros, qual(is) a(s) área(s) de conhecimento você julga importante(s) para o entendimento desse fenômeno complexo na esfera marítima?

Biologia

Sociologia

Engenharia Naval

Filosofia

Política

Tecnologia

Direito

Economia

Outras

2. Em quais das áreas escolhidas anteriormente você poderia contribuir com seus

3. Haveria outros especialistas que você poderia indicar para fazer parte desta pesquisa? Por favor, indique o nome e email.

Nome

E-mail

Área



## 2ª Rodada

\* 1. Considerando a evolução da tecnologia autônoma, qual o grau de presença de soldados humanos no ambiente operacional na guerra do futuro nos próximos 30 anos?

- Aumento da presença humana no ambiente operacional da guerra.
- Redução da presença humana no ambiente operacional da guerra.
- Nenhuma alteração em relação à presença humana no ambiente operacional da guerra.

2. Considerando as áreas levantadas na pesquisa anterior, qual(is) tendências você aponta que poderia(m) ser crítica(s) para o ambiente da guerra naval do futuro?

|  |                      |
|--|----------------------|
| Administração                                | <input type="text"/> |
| Biologia                                     | <input type="text"/> |
| Direito                                      | <input type="text"/> |
| Engenharia Naval                             | <input type="text"/> |
| Economia                                     | <input type="text"/> |
| Filosofia                                    | <input type="text"/> |
| Geografia                                    | <input type="text"/> |
| Psicologia                                   | <input type="text"/> |
| Política/Relações Internacionais             | <input type="text"/> |
| Sociologia                                   | <input type="text"/> |
| Tecnologia/Big Data/Nanotecnologia /Robótica | <input type="text"/> |

## 3ª Rodada

Na rodada anterior, as respostas indicaram tendências relacionadas à guerra naval do futuro. Para esta última rodada, essas tendências foram agrupadas e selecionadas. Considerando uma guerra naval do futuro nos próximos 30 anos, marque o grau de importância da tendência, de acordo com a possibilidade de que venha a ocorrer.

\* 1. Modificação de humanos para combate por meio da genética e da robotização.

- |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="radio"/> Improvável     | <input type="radio"/> Muito provável |
| <input type="radio"/> Pouco provável | <input type="radio"/> Com certeza    |
| <input type="radio"/> Provável       |                                      |

2. Substituição do soldado humano por robôs autônomos.

- |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="radio"/> Improvável     | <input type="radio"/> Muito provável |
| <input type="radio"/> Pouco provável | <input type="radio"/> Com certeza    |
| <input type="radio"/> Provável       |                                      |

3. Incremento de sistemas automatizados e/ou autônomos nas atividades administrativas e de logística de operações.

- |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="radio"/> Improvável     | <input type="radio"/> Muito provável |
| <input type="radio"/> Pouco provável | <input type="radio"/> Com certeza    |
| <input type="radio"/> Provável       |                                      |

4. Aumento da capacidade de decisão dos dispositivos robóticos devido à evolução da Inteligência Artificial.

- |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="radio"/> Improvável     | <input type="radio"/> Muito provável |
| <input type="radio"/> Pouco provável | <input type="radio"/> Com certeza    |
| <input type="radio"/> Provável       |                                      |

5. Utilização de drones marinhos/embarcações autônomas no combate naval.

- |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="radio"/> Improvável     | <input type="radio"/> Muito provável |
| <input type="radio"/> Pouco provável | <input type="radio"/> Com certeza    |
| <input type="radio"/> Provável       |                                      |

6. Melhoria da segurança na comunicação com o uso da criptografia quântica.

- |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="radio"/> Improvável     | <input type="radio"/> Muito provável |
| <input type="radio"/> Pouco provável | <input type="radio"/> Com certeza    |
| <input type="radio"/> Provável       |                                      |

7. Aumento da securitização espacial por causa de satélites armados.

- |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="radio"/> Improvável     | <input type="radio"/> Muito provável |
| <input type="radio"/> Pouco provável | <input type="radio"/> Com certeza    |
| <input type="radio"/> Provável       |                                      |

8. Aumento da possibilidade de conflito nas zonas marítimas por questões de redução significativa dos recursos marinhos.

- |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="radio"/> Improvável     | <input type="radio"/> Muito provável |
| <input type="radio"/> Pouco provável | <input type="radio"/> Com certeza    |
| <input type="radio"/> Provável       |                                      |

9. Aumento de ataques cibernéticos aos sistemas e dispositivos de uso militar.

- |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="radio"/> Improvável     | <input type="radio"/> Muito provável |
| <input type="radio"/> Pouco provável | <input type="radio"/> Com certeza    |
| <input type="radio"/> Provável       |                                      |

10. Aumento dos conflitos domésticos decorrentes das novas ameaças, e dos conflitos internacionais devido às zonas de exclusão.

- |                                      |                                      |
|--------------------------------------|--------------------------------------|
| <input type="radio"/> Improvável     | <input type="radio"/> Muito provável |
| <input type="radio"/> Pouco provável | <input type="radio"/> Com certeza    |
| <input type="radio"/> Provável       |                                      |

## APÊNDICE 1 – Tecnologias emergentes

Com base no projeto *Deftech 2017*, disponível na plataforma *Envisionig* (2011), foram identificadas e selecionadas neste apêndice 100 tecnologias emergentes agrupadas em sete categorias que possuem impactos diretamente na defesa.

### 1.1 Ciências da vida

Essa categoria inclui as ciências da vida, como farmácia e medicina, e suas tecnologias facilitadoras. Essas inovações tecnológicas estão sendo impulsionadas por questões sociais como envelhecimento, e acesso a alimentos, água doce e energia. A interconectividade global mais forte e imperativos comerciais levarão a esses avanços tecnológicos. Neste campo, foram mapeadas 22 tecnologias, conforme a seguir:

**Tabela 8 – Ciências da vida – Novas tecnologias**

| NOVAS TECNOLOGIAS   | DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS   |
|---|---|
| <b>1) Avanços biométricos</b>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reconhecimento de padrões de DNA</li> <li>- Biometria comportamental e passiva.</li> <li>- Detecção e caracterização de traços de DNA a partir de uma única molécula, redes sensoriais complexas e modelos computacionais.</li> <li>- Algoritmos biométricos de detecção e embutidos onipresentes.</li> <li>- Reconhecimento de fala e linguagem. Processamento inteligente de informação baseado na compreensão da linguagem auditiva, características biológicas.</li> </ul>               |
| <b>2) Testes e designs computacionais de medicamentos</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelagem e matemática para desenvolver modelos de trabalho de processos biológicos complexos para a identificação de doenças e previsão de interações de DNA.</li> <li>- Novos campos, como a biossimulação e a farmacogenômica, darão origem à biomedicina plenamente preditiva para o desenvolvimento de tratamentos personalizados, incluindo a dependência.</li> <li>- "Laboratórios portáteis" permitirão a simulação de bioprocessos na concepção inicial de medicamentos.</li> </ul> |
| <b>3) Purificação de água por meio de nanotecnologia</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilização de membranas porosas em nanoescala para melhorar a eficiência e reduzir o tamanho e o consumo de energia das instalações de dessalinização: as esponjas nano-cerâmicas podem remover contaminantes industriais; os biofiltros podem remover vírus e micróbios bacterianos.</li> <li>- Espera-se que a purificação, desinfecção e medição em</li> </ul>  |

|  |  |
|--|--|
|  | nanoescala padronizem o tratamento de águas residuais que seja mais eficiente, eficaz e pequeno.   |
| <b>4) Identificação e modelagem de processos biológicos</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Utilização de técnicas de interferência de ARN para ligar rapidamente funções de ADN a processos bioquímicos.</li> <li>- Desenvolvimento de modelos matemáticos de sistemas biológicos complexos.</li> </ul>  |
| <b>5) Marcadores neuroquímicos comportamentais e mapeamento de funções cerebrais de alta ordem</b>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento de sensores cognitivos para interfaces cérebro-máquina e aumento do desempenho mental humano.</li> <li>- Integração de análises massivas para compreender computações neurais, aprendizagem e reconhecimento de padrões.</li> </ul>   |
| <b>6) Distribuição e segmentação de medicamentos utilizando o reconhecimento molecular, incluindo tratamentos personalizados</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Terapia genética para tratamento embrionário de doenças hereditárias.</li> <li>- Uso do polimorfismo de nucleotídeos para adequar os requisitos individuais aos tratamentos farmacológicos.</li> </ul>  |
| <b>7) Nanoestruturas médicas para entrega de medicamentos</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- As <i>nanoshells</i> não condutoras revestidas de metal (ouro) são injetadas no tecido canceroso: as <i>nanoshells</i> foram injetadas com um anticorpo específico para o tipo de câncer, para que as conchas se liguem apenas ao câncer. Uma vez que a luz de frequência específica brilha, as <i>nanoshells</i> emitem calor e matam o câncer.</li> </ul>                                   |
| <b>8) Microarrays de DNA, bioensaios rápidos e sensores de nanofios</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Habilitar a detecção optoeletrônica e química de DNA para testes contra vírus, toxinas, interações medicamentosas poderia substituir <i>microarrays</i> atuais: correlação das interações do ADN com os processos físicos.</li> </ul>   |
| <b>9) Sensores de monitoramento de saúde incorporados</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensores incorporados e remotamente acessíveis para monitoramento de desempenho individual e de saúde.</li> <li>- Entrega instantânea de tratamentos em situações de emergência para combater patógenos e sintomas biológicos adversos.</li> <li>- Sensores miniaturizados altamente seletivos para ameaças químicas e biológicas.</li> </ul>   |
| <b>10) Previsão e modificação exatas do comportamento e intenção humanos</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelagem da cognição humana com base no processamento biológico.</li> <li>- Aplicação de métodos estatísticos à modelagem do comportamento e à previsão do comportamento.</li> <li>- Utilização da sociologia aplicada em múltiplas disciplinas científicas.</li> <li>- Combinação de neurociência e psiquiatria para imagiologia cerebral e cartografia funcional de alto nível.</li> </ul> |

|   |   |
|---|---|
| <b>11) Modificação do desempenho humano farmacêutico ou biológico</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de drogas para aumento da cognição, desempenho, redução do sono.</li> <li>- Melhorias farmacêuticas na inteligência, memória, resistência (2030-2060).</li> <li>- Modificação do comportamento.</li> <li>- Modificação do DNA para seleção de descendentes com base nas características de desempenho (2030-2060).</li> </ul>  |
| <b>12) Restauração/regeneração de partes do corpo humano</b>          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Crescimento da pele, tecido e órgãos em andaimes nanopadronizados.</li> <li>- Tecidos e órgãos de engenharia biológica cultivados in vivo.</li> </ul>  |
| <b>13) Engenharia biológica sintética</b>                             | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fabricação e aplicação de produtos químicos sintéticos, como peptídeos bioativos, para atingir receptores celulares específicos e afetar o comportamento humano.</li> <li>- Desenvolvimentos em genômica (genes) e proteômica (proteínas) para criar organismos sintéticos projetados para realizar tarefas específicas.</li> </ul>  |
| <b>14) Modificação genética de organismos biológicos</b>              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Controle de pragas, doenças e melhorias na produção de alimentos.</li> <li>- Terapias com células estaminais (divisão) para suplantam as abordagens farmacológicas.</li> </ul>   |
| <b>15) Modelos ambientais e simulações complexas</b>                  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicação da teoria da complexidade à modelação de sistemas biológicos e processos ambientais.</li> <li>- Concepção de operações eficientes e planejamento urbano.</li> <li>- Modelagem precisa do clima e do tempo.</li> <li>- Modelos preditivos e precisos dos efeitos climáticos antropogênicos.</li> </ul>  |
| <b>16) Amplas redes de sensores</b>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sensores miniaturizados, autoalimentados, com capacidade de processamento, que são omnipresentes em todo o mundo, possibilitando a recolha e análise maciça de dados sobre organismos vivos e infraestruturas.</li> <li>- Ajudado pelo crescimento de sensores incorporados e dispositivos computacionais em bens pessoais.</li> </ul>   |
| <b>17) Nanobiologia</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicação da nanotecnologia para tratar doenças e detectar alterações a nível nanométrico (melhor administração de medicamentos e desenvolvimento de vacinas, nano sensores avançados de ameaças CB [químicas e biológicas], detecção de assinaturas biológicas)</li> </ul>  |
| <b>18) Biofábricas e substratos biológicos</b>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Fabricação em grande escala de bioquímicos sintéticos.</li> <li>- Novas descobertas de processos biológicos reprodutíveis e moléculas.</li> <li>- Aplicação em massa de fotossíntese artificial a células solares orgânicas (folhas artificiais).</li> <li>- Modificação do DNA de animais e plantas para produzir novos materiais (seda de aranha fiada a partir de leite de cabra).</li> <li>- Utilização de bichos-da-seda para fiar seda de aranha.</li> </ul> |

|   |   |
|---|---|
| <b>19) Implantes artificiais para melhoramento ou recuperação de funções biológicas, incluindo interfaces cérebro-máquina</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Controlar/imitar funções biológicas de alta ordem através de meios sintéticos.</li> <li>- Extensões artificiais das capacidades humanas, incluindo a reparação do cérebro (2020-2030).</li> <li>- Implantes cocleares optoeletrônicos de longa duração e bio-compatíveis para melhor desempenho de detecção. Interfaces cérebro-máquina.</li> </ul>    |
| <b>20) Integração biomecânica robótica e dispositivos biomiméticos</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Introdução de implantes biomiméticos e conceitos mecânicos de inspiração biológica.</li> <li>- Controlo remoto de insetos em voo.</li> <li>- Desenvolvimento de dispositivos bioeletrônicos. E aplicação de robótica biomimética.</li> <li>- Tomada de decisão autônoma em plataformas robóticas.</li> <li>- Robôs de serviço inteligentes.</li> </ul> |
| <b>21) Controle integrado da máquina</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Computadores vestíveis para controle de dispositivos.</li> <li>- Interfaces <i>hands-free</i> e dispositivos de entrada (reconhecimento vocal, gestos, detecção óptica) para comunicação de intenção rápida com sistemas autônomos.</li> </ul>   |
| <b>22) Interfaces ótica imersivas</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Visores contextuais, flexíveis e interativos que aumentam as percepções visuais humanas para fornecer uma experiência de simulação ou entretenimento totalmente perfeita e ampliar a capacidade visual.</li> </ul>   |

Fonte: *Envisionig* (2011). Elaborado pela autora.

## 1.2 Materiais e fabricação

O desenvolvimento da tecnologia de materiais está relacionado ao desenvolvimento de outras áreas de tecnologia, como nanotecnologia, veículos, espaço, TIC e tecnologias de energia. Além disso, técnicas de fabricação também podem permitir que tecnologias futuras sejam desenvolvidas e produzidas com maior capacidade, alcançando um nível de produção em massa. Nesta categoria, foram listadas 21 tecnologias.

**Tabela 9 – Materiais e fabricação – Novas tecnologias**

| <b>zNOVAS TECNOLOGIAS</b>    | <b>DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS</b>  |
|------------------------------|---|
| <b>1 Materiais quânticos</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiais com efeitos quânticos personalizados para uso em computadores quânticos, supercondutividade de alta temperatura ou lasers.</li> <li>- Efeitos macro-quânticos do material fotônico, novos princípios para a caracterização e medição da manipulação quântica.</li> </ul> |
| <b>2 Química quântica</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Modelos químicos de alta fidelidade usados na previsão de</li> </ul>   |

|  |   |
|--|---|
|  | taxas de reação, fluxos de energia e vias químicas para maximizar as eficiências de reação e reduzir o desperdício por produto.   |
| <b>3 Ferromagnetos e supercondutores de temperatura ambiente</b> | - Utilização de novos materiais para armazenamento de dados de alta densidade, novas arquiteturas informáticas, como memristores (resistores com memória) e computação quântica, e aplicações de alta energia.  |
| <b>4 Fabricação programável</b>                                  | - Auto-montagem de nano-tijolos em estruturas eletrônicas, mecânicas, ópticas ou biológicas funcionais.<br>- Criação de nanoestruturas quânticas para uso em reparo cerebral ou computação quântica.<br>- Tecnologia de fabricação que utiliza tecnologia de informação avançada e robótica de serviços.  |
| <b>5 Composto metal-orgânico</b>                                 | - Auto-montagem estrutural.<br>- Armazenamento seguro de hidrogênio.<br>- Captura de CO <sub>2</sub> .<br>- Fabricação em massa de eletrônicos orgânicos.   |
| <b>6 Materiais eletrônicos</b>                                   | - Materiais especificamente programados com elementos funcionais incorporados.<br>- Efeitos fotônicos e eletrônicos combinados.<br>- Semicondutores de banda larga que operam em altas frequências.   |
| <b>7 Materiais de auto-regeneração</b>                           | - Auto-reparação e manutenção de rotina efetuadas automaticamente e em voo.   |
| <b>8 Nanotubo de carvão</b>                                      | - Purificação de água portátil e barata utilizando membranas e filtros CNT (carbon nano tube).<br>- Uso de CNTs para criar novos compósitos mais fortes e leves - CNRPs. Estes podem ser usados para criar <i>morphing wings</i> eficientes, hardware de espaço resistivo à radiação, resistência ao impacto; elevador espacial.<br>- Aplicações mais imediatas serão para aliviar os veículos onde o desempenho é secundário em relação ao custo.<br>- Capacidade de sensor integrada usando nanotubos: os nanotubos podem ser usados para armazenar energia em estruturas do tipo capacitor, bem como para armazenar hidrogênio e temperatura não criogênica.<br>- Aplicações para computação de baixa energia. |
| <b>9 Nanowires (fios de escala nanométrica)</b>                  | - Resistividade extremamente baixa e grandes aumentos na eficiência da eletrônica.<br>- Utilizado na substituição de fios de cobre e como dissipadores de calor, pois possuem grande condutividade térmica.<br>- Pode ser usado na miniaturização de naves espaciais.<br>- Pode exibir supercondutividade perto da temperatura ambiente.<br>- Melhorias em maiores densidades de energia da bateria em  |



|  |   |
|--|---|
|  | comparação com os dispositivos de baterias de lítio.  |
| <b>10 Próxima geração de materiais de baixa observabilidade</b>    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Camuflagem adaptativa nas regiões visíveis e micro-ondas.</li> <li>- Metamateriais absorventes de RF (rádio frequência) com visibilidade EO/IR (eletro-óptica/infravermelho) reduzida.</li> </ul>  |
| <b>11 Computação fotônica de silício</b>                           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Processamento óptico em plataformas de computação futuras para reduções massivas na dissipação de calor e aumento na velocidade de processamento.</li> </ul>   |
| <b>12 Técnicas de fabricação de DNA e manufatura nanomolecular</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicação de automontagem molecular e programação usando informações de DNA em uma escala macroscópica.</li> </ul>   |
| <b>13 Química verde e manufatura</b>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de biomassa e baixa toxicidade química na fabricação.</li> <li>- Desenvolvimento de novas reações químicas e simulações de processos para suportar uma fabricação eficiente.</li> </ul>  |
| <b>14 Materiais biomédicos</b>                                     | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Auto-reparação celular e de órgãos <i>in situ</i>.</li> <li>- Engenharia de tecidos e aplicações médicas regenerativas.</li> </ul>   |
| <b>15 Compostos de degelo</b>                                      | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiais compostos que removem ativamente os cristais de gelo ou impedem seu crescimento.</li> </ul>  |
| <b>16 Fabricação extrema</b>                                       | <ul style="list-style-type: none"> <li>- MENS (Sistemas Microeletromecânicos)</li> <li>- NEMS (Sistemas Nanoeletromecânicos) para fabricação de precisão; funções extremamente poderosas para operações em ambientes extremos.</li> </ul>   |
| <b>17 Nanomateriais e estruturas</b>                               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicação de nanotecnologia para incorporar características multifuncionais em materiais.</li> </ul>   |
| <b>18 Materiais e estruturas reativos</b>                          | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Materiais adaptáveis à forma que reagem a correntes elétricas, forças cinéticas.</li> <li>- Materiais adaptáveis à forma que podem ser programados para assumir determinadas configurações em condições ambientais específicas.</li> <li>- Compostos reativos de nano-blindagem para uso em campo de batalha.</li> <li>- Sistemas reo-fluidicos resistentes ao impacto.</li> </ul> |
| <b>19 Fabricação sob demanda</b>                                   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento de impressoras 3D com materiais multifuncionais para produzir designs complexos para o usuário final: baixa complexidade, baixa produção de energia; diminuição da dependência da produção em massa e das fábricas.</li> </ul>   |
| <b>20 Revestimentos especializados e de alto desempenho</b>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Revestimentos multifuncionais que melhoram a resistência do material existente, durabilidade, reduzem o atrito, diminuem as assinaturas de RF (rádio frequência) e aumentam a resistência a riscos ambientais.</li> </ul>  |

|                                |   |
|--------------------------------|---|
| <b>21 Tecidos inteligentes</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tecidos embutidos com eletrônica, fontes de energia e optoeletrônica.</li> <li>- Roupas de proteção, tecidos bioativos que removem toxinas, tecidos eletrônicos capazes de detecção remota, têxteis adaptáveis que incorporam atuadores, têxteis reativos que respondem e mudam de forma a estímulos externos, como impactos.</li> </ul> |
|--------------------------------|---|

Fonte: *Envisonig* (2011). Elaborado pela autora.

### 1.3 Computação e Inteligência Artificial

Com a probabilidade de geração de maiores quantidades de dados e a necessidade de realizar análises em tempo real, a computação e as tecnologias relacionadas com a inteligência artificial seguem um padrão para se tornarem omnipresentes e concebidas para tratar quantidades maciças de dados. Algoritmos de IA poderão desempenhar um papel em diferentes áreas, desde o comércio até a cibersegurança, negociações políticas e guerra. O aprendizado profundo (*deep learning*) representa uma classe de algoritmos de aprendizado de máquina (*machine learning*) que são inspirados em nossa compreensão da biologia de nossos cérebros. A aprendizagem profunda processa os dados através de diferentes camadas da rede neural, em que a informação de cada etapa é extraída. Nesta categoria, foram apontadas 14 tecnologias.

**Tabela 10 – Computação e Inteligência Artificial – Novas tecnologias**

| NOVAS TECNOLOGIAS  | DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS  |
|--|--|
| <b>1) Computação quântica</b>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Permitirá cálculos massivamente paralelos para criptografia quântica, reconhecimento de padrões, autonomia e simulações.</li> <li>- Informática quântica, eletrônica correlacionada, comunicação quântica, sistema quântico confinado de pequena escala e cristal fotônico artificial para futuro desenvolvimento de TI.</li> </ul>   |
| <b>2) Armazenamento de dados de alta densidade miniaturizado</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- MRAM (RAM magnética) e aplicações spintrônicas (spin, campo magnético do elétron) para novas arquiteturas de computação, fornecendo altas densidades de dados em pacotes miniaturizados.</li> <li>- Possíveis substituições de transistores para arquiteturas de computação miniaturizadas e mais poderosas.</li> <li>- Aplicações em sistemas computacionais neuromórficos e reconhecimento de padrões.</li> </ul> |
| <b>3) Bioinformática</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Coleta de dados e identificação de processos em ambientes</li> </ul>  |

|   |  |
|---|--|
|   | biológicos complexos usando uma combinação de nanossensores, análises massivas e raciocínio autônomo.  |
| <b>4) Computação de DNA</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nanocomputadores bioquímicos baseados em interações bioquímicas de cadeias proteicas: fornecerá melhorias muito grandes no poder computacional e será autossustentável e terá o potencial de autorreparo.</li> <li>- Poderia ser integrado com organismos biológicos para interações diretas com química celular e regulação biológica autônoma.</li> </ul>   |
| <b>5) Redes ad-hoc</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redes de dados de alta flexibilidade e livre de ataques [sic] e sistema inteligente ad hoc.</li> <li>- Polimorfismo de rede.</li> </ul>   |
| <b>6) Web semântica</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- O contexto legível por máquina permitirá o acoplamento preciso homem-máquina e o compartilhamento de dados em aplicações sensíveis ao tempo.</li> </ul>   |
| <b>7) Sociologia computacional e previsão do comportamento de massa</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicação de modelagem de redes sociais e de modelos cognitivos inovadores para estimar o comportamento humano e a intenção de forma autônoma.</li> </ul>   |
| <b>8) Previsão precisa do tempo</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- A interação interdisciplinar entre modelos atmosféricos complexos, redes de sensores e novas arquiteturas de computação com poder de processamento maciço permitirá previsões precisas ao nível das decisões.</li> </ul>  |
| <b>9) Inteligência Artificial e autônoma, processamento inteligente</b>           | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Acompanhamento de funções intensivas humanas por meio de dispositivos habilitados para processamento.</li> <li>- Tomada de decisão robótica baseada em raciocínio e aprendizado autônomo.</li> <li>- Uso de sensoriamento distribuído para estar ciente dos ambientes.</li> <li>- Autonomia confiável que pode ser validada.</li> </ul>   |
| <b>10) Análise massiva</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Vastas bases de dados que podem incluir informações pessoais, genéticas e biométricas exigirão o poder de processamento sob demanda do supercomputador para completar as pesquisas contextuais inteligentes.</li> <li>- Algoritmos e modelos computacionais podem ser desenvolvidos para completar combinações sofisticadas de padrões, acompanhar a logística e envolver-se em negociações de mercado.</li> <li>- Sistemas autônomos podem ser suportados por análises massivas semelhantes para tomar decisões em tempo real sob grande incerteza.</li> </ul> |
| <b>11) Ciberespaço UAV (Unnamed Aerial Vehicle – Veículo Aéreo não Tripulado)</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Agente de software adaptável e flexível sob ameaças cibernéticas.</li> <li>- Monitora e conduz ISR (inteligência, segurança e reconhecimento) no ambiente cibernético.</li> <li>- Repara nós amigáveis afetados por operações cibernéticas maliciosas</li> </ul>  |

|   |  |
|---|--|
| <b>12) Ferramentas de colaboração imersiva</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Redes auto organizadas para gestão e fluxo de informação.</li> <li>- Grades de computação comunitária para alocação eficiente de recursos e computação paralela.</li> <li>- Redes de produção de pares para resolução rápida de problemas.</li> <li>- Computação social móvel que apoia a colaboração e a resolução de problemas em situações <i>ad-hoc</i>.</li> </ul>                               |
| <b>13) Agentes de software</b>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Software auto-organizador e evolutivo.</li> <li>- Agentes inteligentes e <i>bots</i>.</li> <li>- Geração automatizada de software baseada em reconhecimento de dados de sinal e aprendizagem autônoma em ambientes complexos.</li> </ul>  |
| <b>14) Ambientes sintéticos virtuais e treinamento adaptativo</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Treinamento cultural, social e de combate.</li> <li>- Cirurgia virtual.</li> <li>- Simulações quantitativas de interações sociais.</li> <li>- <i>Data mining</i> de interações sociais como redes sociais online ou MMOG (Guia de Operações do Gerenciamento de Material) para quantificar relacionamentos e estabelecer modelos preditivos.</li> <li>- Treinamento contínuo e adaptativo.</li> </ul> |

Fonte: *Envisionig* (2011). Elaborado pela autora.

#### 1.4 Comunicações e sensoriamento

O desenvolvimento de sensores e ferramentas de detecção continuará a ser impulsionado pelos requisitos de segurança e defesa, a fim de melhorar a sensibilização para a situação. Como tecnologia, trarão melhorias tanto para a Internet das Coisas (IoT) como para as interações humanas, que se tornarão progressivamente mais baseadas na Internet, enfatizando assim a questão da segurança. Nesta categoria, foram listadas 13 tecnologias.

**Tabela 11 – Comunicações e sensoriamento – Novas tecnologias**

| NOVAS TECNOLOGIAS   | DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS   |
|---|---|
| <b>1) Identificação BWA (Burrows-Wheeler Alignment) no chip</b> | - Reconhecimento imediato de agentes biológicos tóxicos utilizando nanosensores ou técnicas de detecção de DNA. |
| <b>2) Detecção de explosivos de propulsão a laser</b>           | - Detecção à distância usando um pulso de plasma para evaporar pequenas quantidades de substância.              |
| <b>3) Radar miniaturizado para UAV (veículos não</b>            | - Uso de NEMS/MEMS (sistemas nanoeletromecânicos e  |

|  |   |
|--|---|
| <b>tripulados) e aplicações pessoais</b>   | microeletromecânicos) e armazenamento de energia de alta densidade para criar um sistema de radar portátil e leve.  |
| <b>4) Monitoramento Ambiental Marítimo 3D</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Monitoramento sincronizado a partir do espaço, estações offshore, superfície da água e na água.</li> <li>- A investigação incidirá em tecnologia de teledetecção marinha, tecnologia de sondas acústicas, tecnologia de boia, tecnologia de radar de longo alcance em terra e tecnologia de processamento e aplicação de informações marinhas.</li> </ul>  |
| <b>5) Sensoriamento de águas profundas</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Tecnologia de sonorização rápida multiparâmetros baseada no fundo do oceano, hidratos de gás para mineração, coleta de amostras em águas profundas e comunicações.</li> </ul>  |
| <b>6) Links <i>wireless</i> seguros</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento de protocolos de criptografia e links de dados sem fio e RF (rádio frequência) altamente seguros para aplicativos de computação em nuvem e links omnipresentes de sensores de equipamentos.</li> <li>- Os protocolos utilizarão redes polimórficas e poderão ser altamente ágeis e adaptáveis em termos de frequência, a fim de serem tão resilientes aos ataques cibernéticos quanto possível.</li> <li>- Avaliações e reações de vulnerabilidade automatizadas permitirão que tais sistemas mantenham a eficiência operacional sob ameaças virtuais em andamento.</li> </ul> |
| <b>7) Redes de sensores difusos e indetectáveis</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Mineração de dados em tempo real e monitoramento de integridade usando sensores baseados em NEMS ou MEMS (sistemas nanoeletromecânicos e microeletromecânicos).</li> <li>- ID de combate incorporado.</li> <li>- Sensores inteligentes de poeira que são completamente indetectáveis e persistentes.</li> </ul>  |
| <b>8) Redes de sensores autônomos e auto-organizáveis</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Processamento de sensores habilitados que controlam de forma autônoma seu ambiente e podem otimizar o posicionamento para máxima coleta e interpretação de dados.</li> </ul>   |
| <b>9) Dispositivos de inércia e posição, movimento e aceleração altamente portáteis ou vestíveis</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Relógios atômicos em chip escala (micro e nano) para cronometragem precisa em ambientes negados por GPS.</li> <li>- Dispositivos interferométricos (interferência de luz) de átomo frio para medições de aceleração.</li> <li>- Dispositivos inerciais e de posição, movimento e aceleração altamente portáteis ou vestíveis.</li> </ul>   |
| <b>10) Munição de hiperprecisão</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Uso de munições autônomas e sensores em rede para fornecer ISR (inteligência, segurança e reconhecimento) precisos em tempo real.</li> </ul>   |
| <b>11) Comunicações a laser</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Aplicação da distribuição de chaves quânticas para criptografar comunicações a laser de alta largura de banda e fornecer acesso de espectro total a canais de comunicação em ambientes congestionados.</li> </ul>  |
| <b>12) Sensores hiperespectrais e terahertz</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Detecção de substâncias como explosivos e agentes químicos.</li> </ul>   |

|  |  |
|--|--|
|  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de imagem aprimorados para visão através de superfícies como água, paredes e veículos.</li> <li>- Exames de sensores multiespectrais.</li> </ul>   |
| <b>13) Relés de comunicação persistentes no espaço</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Dirigíveis HALE (Elevada Altitude, Longa Resistência) com térmica avançada e meta-materiais</li> <li>- O auto monitoramento e a autonomia garantirão ainda mais a capacidade de sobrevivência.</li> </ul> |

Fonte: *Envisionig* (2011). Elaborado pela autora.

## 1.5 Energia

A capacidade de adquirir energia está se tornando cada vez mais compacta à medida que métodos alternativos abrem caminho para fontes renováveis, como o sol, o vento e os biocombustíveis. O progresso em armazenamento, carregamento/geração e peso são alguns dos principais facilitadores para sistemas piloto autônomos e remotos. Aplicações e desenvolvimentos futuros das tecnologias relacionadas com a energia, incluem a produção e armazenamento de energia dirigida. Para tanto, considera-se tecnologias com aplicação militar e também tendências em combustíveis não fósseis e alternativos, além de como tornar sua geração e acesso portáteis e miniaturizados. Esta categoria destaca 11 tecnologias emergentes.

**Tabela 12 – Energia – Novas tecnologias**

| <b>NOVAS TECNOLOGIAS</b>                        | <b>DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS</b>  |
|---|---|
| <b>1) Femtolaser</b>                            | - Auto-foco, laser de alta potência.  |
| <b>2) Lasers baseados no espaço</b>             | - Dois conceitos: laser terrestre com relés espaciais espelhados ou laser de estado sólido baseado no espaço.   |
| <b>3) Reatores nucleares de próxima geração</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Sistemas de energia nuclear de quarta geração com maior eficiência.</li> <li>- Tecnologia de reator de neutrons rápidos (reprodutor).</li> </ul> |
| <b>4) Defesa laser de curto alcance</b>         | - Destruição de ameaças aéreas usando uma arma laser de precisão de classe MW (detecta e rastreia vários alvos podendo ativá-los instantaneamente).                                       |
| <b>5) Futuro laser aerotransportado</b>         | - Laser nuclear a bordo de em aeronave tripulada com resistência extremamente longa (limitada pela tripulação).   |
| <b>6) Laser tático aéreo</b>                    | - Utilização de sistemas laser de estado sólido e de fibra para fornecer 300 kW de potência e autodefesa autônoma contra mísseis ou ameaças aeronáuticas.                                 |

|   |  |
|---|--|
|   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Possibilidade de utilização em ataques táticos.</li> </ul>  |
| <b>7) Tecnologia de armazenamento de energia de alta densidade/elevada eficiência</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Desenvolvimento de célula de combustível de hidrogênio e uso de estruturas de CNT (<i>carbono nano tubes</i>) para garantir a captura e o armazenamento seguros de hidrogênio.</li> <li>- Desenvolvimento sintético de materiais especializados de alta energia.</li> <li>- Aplicações em larga escala de supercondensadores.</li> <li>- Materiais eficientes de células recarregáveis e supercapacitores.</li> </ul>             |
| <b>8) Potência de fusão controlada</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Novo confinamento, simulação e material podem produzir um reator operacional até 2030 e comercialização não antes de 2040.</li> <li>- Pesquisa em grandes ímãs supercondutores, aquecimento por microondas, aquecimento por injeção de feixe, materiais, física de plasma de alta temperatura e abordagens não-tokamak (dispositivo de confinamento magnético) para fusão.</li> </ul>   |
| <b>9) Biocombustíveis e fluidos sintéticos</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Produção de combustíveis a partir da biomassa gerada em condições de mar raso/deserto.</li> <li>- Produz matéria-prima petroquímica em um ciclo fechado de CO<sub>2</sub> (carbono neutro).</li> <li>- Substituição de fontes petroquímicas por alternativas sintéticas que são produzidas em massa e não dependentes do petróleo.</li> <li>- Uso de biorrefinarias táticas para converter resíduos e lixo em energia.</li> </ul> |
| <b>10) Microrreatores</b>   | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Reatores moleculares com nanoengenharia que utilizam reações bioquímicas dentro de organismos vivos ou como parte de uma biomáquina sintética.</li> <li>- Muito eficiente, invisível e portátil.</li> </ul>   |
| <b>11) Micro-ondas e RF DEW (directed-energy weapon)</b>                              | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Entrega de ataque eletrônico usando energia direcionada para interromper componentes eletrônicos e pessoais.</li> <li>- Feixes de micro-ondas causam sensações dolorosas sem danos permanentes.</li> <li>- Ataques de RF (rádio frequência) irão danificar a eletrônica.</li> </ul>   |

Fonte: *Envisionig* (2011). Elaborado pela autora.

## 1.6 Veículos

Considerando-se tecnologias de propulsão e aeroespaciais, o futuro dos veículos inclui modelos de órbita terrestre baixa e alta altitude com aplicações tanto para uso militar quanto civil, alcançando os veículos não tripulados e autônomos. Estas especificações são observadas

de acordo com as configurações destes veículos, incluindo desenvolvimentos em requisitos como eficiência, velocidade e confiabilidade. Nesta categoria, foram levantadas 13 tecnologias.

**Tabela 13 – Veículos – Novas tecnologias**

| NOVAS TECNOLOGIAS   | DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS   |
|---|---|
| <p><b>1) Aeronaves hipersônicas</b></p>                                 | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Veículo trans-atmosférico com raio global.</li> <li>- Permite acesso rápido e reutilizável ao espaço e inserção de carga útil orbital.</li> <li>- Pode ter propulsão de ciclo combinado (foguetes/<i>scramjet</i>*) com decolagem vertical.</li> <li>* <i>ramjet</i> de propulsão supersônica – O oxigênio necessário para o motor entrar em combustão é retirado da atmosfera passando pelo veículo, em vez de um tanque a bordo.</li> </ul>  |
| <p><b>2) Dirigíveis HALE (Elevada Altitude, Longa Resistência)</b></p>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Longa resistência, grande capacidade de elevação, mais rápido do que opções de transporte marítimo equivalentes, grandes sensores.</li> <li>- Requer materiais para alta altitude e endurecidos por radiação.</li> <li>- Painéis solares leves e tecnologias de armazenamento de energia de alta densidade. Estruturas de sensores multifuncionais.</li> <li>- Tem monitoramento de integridade <i>onboard</i> e capacidades de autocura em potencial.</li> <li>- Barreiras de micro-ondas para propulsão.</li> </ul>  |
| <p><b>3) Controle de fluxo MEMS (Sistema Micro Eletro Mecânico)</b></p> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Controle de micro fluxo para eliminar superfícies de controle e reduzir o arrasto em 80%.</li> <li>- Aplicação em superfícies de elevação e sistemas de propulsão.</li> <li>- Observabilidade reduzida.</li> </ul>   |
| <p><b>4) Motores de respiração aérea hipersônicos</b></p>               | <ul style="list-style-type: none"> <li>- A tecnologia de propulsão e os materiais que podem suportar as temperaturas extremas do voo hipersônico levarão outros 20 anos para se desenvolver.</li> <li>- Os sistemas automáticos de diagnóstico e prognóstico permitirão plataformas combinadas de foguete / <i>scramjet</i> reutilizáveis para inserção orbital de baixo custo.</li> <li>- Entradas de giro interno e caminhos de fluxo duplos proporcionarão eficiências altamente volumétricas.</li> <li>- Aeronaves trans-atmosféricas hipersônicas para lidar com a questão do calor acima de Mach 10.</li> </ul> |
| <p><b>5) Motores de turbina de alta eficiência de última</b></p>        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Serão utilizados combustíveis alternativos, bicos de serpentina, monitorização da saúde, controle do fluxo MEMS e</li> </ul>   |



|  |   |
|--|---|
| <b>geração</b>   | nanomateriais para fornecer motores de turbina incorporados eficientes para futuras configurações de aeronaves.   |
| <b>6) Propulsão de modo duplo (supersônico / hipersônico)</b>                        | - Míssil de propulsão em modo dual (supersônico / hipersônico) com terreno óptico, avançados sistemas EW e PNT resistentes a impactos.  |
| <b>7) Aeronave híbrida asa-corpo</b>   | - Altamente instável dinamicamente e requer atuação totalmente automática e controle autônomo sob uma variedade de condições ambientais.  |
| <b>8) Bombardeiro supersônico/hipersônico</b>  | - A prontidão operacional de uma nova plataforma de bombardeiros não é provável até 2037 ou além.<br>- A tecnologia de baixa observação (furtiva) em uma configuração supersônica são os prováveis requisitos futuros.  |
| <b>9) Sistema fracionado, com capacidade de sobrevivência e pilotado remotamente</b> | - Plataforma modular composta, com autonomia de decolagem e pouso.<br>- Tem elementos básicos de enxame para organização colaborativa.<br>- Tecnologia de baixa observação (furtiva) e prescindível.  |
| <b>10) <i>Wingman UAS</i> (Sistema de aeronave não tripulada)</b>                    | - O UAS acompanha uma aeronave tripulada para conduzir ISR (inteligência, segurança e reconhecimento), interdição aérea, ataques IADS (sistema de defesa aérea integrado), contra-ataques aéreos, C2 (comando e controle) de micro-UAS (sistema de aeronave não-tripulada) e fornece carga adicional de armas para a aeronave principal.<br>- O <i>wingman UAS</i> também pode ser uma plataforma de transporte ou reabastecimento.<br>- Possui capacidade eletrônica embarcada de EW-Guerra Eletrônica (interferência), auto reparo e sistemas de diagnóstico. |
| <b>11) Enxame de veículos autônomos</b>  | - Agentes autônomos miniaturizados com uma rede sensorial compartilhada capaz de voar em enxame e se reorganizar em resposta a condições externas ou intenção do operador.  |
| <b>12) Estradas automatizadas e veículos com capacidade e segurança aumentadas</b>   | - Congestionamentos e melhorias de segurança em infraestrutura urbana densa.<br>- Gestão e coordenação autônoma e inteligente dos fluxos de tráfego dentro e fora do veículo.<br>- Requer uma rede de sensores persistente para monitoramento completo do tráfego.  |
| <b>13) Exploração do espaço não tripulada</b>  | - A exploração espacial não tripulada continuará superando em muito a exploração espacial humana com sistemas autônomos e de sensores avançados como resultado.   |

Fonte: *Envisionig* (2011). Elaborado pela autora.

## 1.7 Espaço

O uso de ativos baseados no espaço é visto como crítico na obtenção de acesso seguro ao espaço e na manutenção da segurança em órbita. Por essa razão, categorias como orientação e controle consideram os riscos e como detectá-los por meio de sensores, que fazem parte da configuração desses sistemas que aproveitam tecnologias como propulsão a ar, componentes reutilizáveis e novas maneiras de tornar o combustível mais eficiente. Foram seis tecnologias listadas nesta categoria.

**Tabela 14 – Espaço – Novas tecnologias**

| NOVAS TECNOLOGIAS  | DESCRIÇÃO E CARACTERÍSTICAS  |
|--|--|
| <b>1) Consciência Situacional Persistente no Espaço</b>                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Permite a detecção do nascimento até a morte, rastreamento e aviso avançado de colisão.</li> <li>- Requer fusão maciça de dados entre plataformas de sensores.</li> <li>- Uso de um sistema de Vigilância Baseado no Espaço para detecção e rastreamento, incluindo identificação de carga útil usando sensores EO/IR (eletro-óptico/infravermelho).</li> </ul> |
| <b>2) Previsão de conjunção orbital</b>                                    | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Previsões de interações ambientais em naves espaciais e suas órbitas.</li> <li>- Monitora a meteorologia espacial, a fusão de sensores (SSA), os modelos de arrasto por satélite.</li> <li>- Proporcionará confiança suficiente nas previsões para manobrar os recursos espaciais de forma a evitar danos, se necessário.</li> </ul>                            |
| <b>3) Feixes de hastes de hipervelocidade para bombardeiros cinéticos</b>  | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Varetas de tungstênio liberadas da órbita de uma plataforma orbital de satélite atingindo alvos globais em velocidades orbitais.</li> </ul>   |
| <b>4) Lançamento de acesso ao espaço por respiração de ar reutilizável</b> | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Lançamento do espaço de decolagem vertical usando o primeiro estágio do foguete e o segundo estágio do <i>scramjet</i> com foguete de ar comprimido.</li> <li>- Requer materiais térmicos avançados, automação, e sistemas de monitoramento de integridade a bordo.</li> </ul>  |
| <b>5) Pequenos satélites agrupáveis rapidamente</b>                        | <ul style="list-style-type: none"> <li>- Componentes modulares para inserção rápida.</li> <li>- Inclui recomposição automática caso os sistemas falhem, comunicações através de links seguros.</li> <li>- Controle cooperativo, orientação, automontagem em órbita.</li> <li>- Controle de atitude, manobra orbital, comunicações, ISR, módulos de armas.</li> </ul>                                     |

|   |   |
|---|---|
| <b>6) Sistemas espaciais fracionados / distribuídos</b> | <ul style="list-style-type: none"><li>- Fornece redundância, capacidade de sobrevivência e capacidade de atualização do sistema.</li><li>- O fracionamento envolverá elementos do sistema que cooperam e se comunicam através de links seguros e resistentes (laser).</li><li>- Tais sistemas são facilmente adicionados / reparados, adicionando ou substituindo pequenos satélites.</li></ul> |
|---|---|

Fonte: *Envisionig* (2011). Elaborado pela autora.