

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

C-PEM 2019

O AVANÇO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SEUS IMPACTOS NOS ASSUNTOS
MILITARES

Rio de Janeiro

2019

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

C-PEM 2019

O AVANÇO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SEUS IMPACTOS NOS ASSUNTOS
MILITARES

Perspectivas de Emprego da Inteligência Artificial na Marinha do Brasil do Futuro: Desafios
na Implantação e na Capacitação

Tese apresentada à Escola de Guerra Naval,
como requisito parcial para a conclusão do
Curso de Política e Estratégia Marítimas.

Orientador: Prof. Dr. Nival Nunes de Almeida

Rio de Janeiro

2019

AGRADECIMENTOS

Após anos de afastamento do meio acadêmico retornei aos estudos para que pudesse me atualizar e, conseqüentemente, poder orientar corretamente meus colaboradores na manutenção dos sistemas de Radares da Marinha do Brasil sob a responsabilidade da Divisão de Radar do Centro de Manutenção de Sistemas da Marinha.

Muito empenho e dedicação foram empregados neste trabalho, e não poderia deixar de registrar aqui minha sincera gratidão a todos que estiveram ao meu lado durante o desenvolvimento do mesmo.

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus por ter me dado esta oportunidade e também saúde, coragem, persistência e sabedoria para poder chegar a mais esta conquista.

Ao Prof. Dr. Nival Nunes de Almeida, Professor do Programa de Pós-Graduação de Estudos Marítimos, meu orientador neste Curso de Política e Estratégia Marítimas, pelo seu permanente apoio e atenção dispensados no decorrer deste trabalho. À sua forma amigável, exigente e crítica, fundamental contribuição no meu aprimoramento enquanto pesquisador.

Obrigado aos colegas e amigos do CMS-21.6, Caio Morais, Alex Alvarez, Pedro Lima, Czajkowski, Francisco, Luis Carlos, Rebelo, Renato, Denis, Vinicius, Lucena, Roger, Clesio, Swanee, Saulo, Wallace, Átila, Jackson, Sandra, Luiseto, Ádamo, pelas amizades então demonstradas, que, com uma perfeita mistura de dever e descontração, me ajudaram a cumprir minhas obrigações acadêmicas. Ao amigo Horst, agradeço pelas orientações daquele que fez o mesmo curso e alcançou brilhante desempenho a aprovação.

Aos meus pais, pela sólida formação que me foi dada, pelo incentivo e apoio incondicional que sempre me ajudaram em minhas conquistas; À minha irmã Sandra Lucia, pelo amor, admiração e respeito e sobretudo pela sua dedicação em cuidar dos nossos pais.

Aos meus sogros, meus segundos pais, pelo ombro amigo, pela força.

À minha esposa, amiga, parceira e alma gêmea, Suzy Maria, pelo incansável apoio durante o desenvolvimento deste trabalho, por sua paciência e compreensão reveladas, seu cuidado e carinho inabaláveis, fundamentais nesta trajetória.

Ao meu filho Matheus e minha nora Pâmela Patrícia que são a razão de minha vida e que eu possa servir de bom exemplo.

Por fim, deixo aqui minha sincera gratidão a todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste trabalho.

``Assim, de fato, insisto que saibam que o pouco que aprendi até agora é quase nada, comparado ao que ignoro, e que não desespero de poder aprender, pois aos que descobrem aos poucos a verdade nas ciências sucede quase o mesmo que àqueles que, começando a enriquecer, têm menos dificuldade de fazer grandes aquisições do que o tiveram antes, quando mais pobres, em relação a outras bem menores".

René Descartes, Discurso do Método, 1637

RESUMO

Este trabalho visa apresentar a Inteligência Artificial como uma tecnologia que poderá vir a fazer parte do cotidiano dos seres humanos e da sociedade como hoje já é o celular. Antecedentes e aspectos conceituais são introduzidos para que se visualize o largo alcance de empregabilidade nos vários campos de atividade humana, tanto no âmbito civil quanto no âmbito militar. Também são descritas as iniciativas do Governo, do Ministério da Defesa e da Marinha do Brasil relativamente aos documentos condicionantes de mais alto escalão de forma a compatibilizar as normas das políticas e das estratégias com o uso da IA. Perspectivas de emprego dentro da Marinha do Brasil (MB), são analisadas e sugeridas numa forma de otimizar os recursos orçamentários disponíveis de acordo com os Planos Plurianuais face às necessidades apresentadas pelas determinações da PND e END para que a MB possa cumprir seu papel constitucional de salvaguardar o Estado Brasileiro diante das atuais ameaças, aproveitando as oportunidades para manter posição de respeito perante o entorno estratégico brasileiro . Iniciativas em fase de implementação na MB são apresentadas e discutidas como forma de estimular a implantação da tecnologia. Por fim, é elaborado um glossário que possa ser incorporado ao Glossário das Forças Armadas.

Palavras chave: Inteligência Artificial. Planejamento. *Drones*.

ABSTRACT

This paper aims to present Artificial Intelligence as a technology that may become part of the daily lives of human beings and society as it is today the mobile phone. Background and conceptual aspects are introduced to visualize the wide range of employability in the various fields of human activity, both civil and military. The Government, Ministry of Defense and Brazilian Navy initiatives on higher-level conditional documents are described in order to make the norms of policies and strategies compatible with the use of AI. Employment perspectives within the Brazilian Navy (MB) are analyzed and suggested in a way to optimize available budget resources in accordance with the Multi-Year Plans in light of the needs presented by the PND and END mandates so that MB can fulfill its constitutional role. safeguard the Brazilian State in the face of current threats, taking advantage of opportunities to maintain a position of respect in the Brazilian strategic environment. Initiatives under implementation at MB are presented and discussed as a way to stimulate technology deployment. Finally, a glossary is prepared that can be incorporated into the Armed Forces Glossary.

Keywords: Artificial Intelligence. Planning. Drones.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURA 1 –	Estruturas de Redes Neurais.....	22
FIGURA 2 –	Exemplo de rede VGG16.....	23
FIGURA 3 –	Diagrama de um Tipo Sistema Especialista.....	24
FIGURA 4 –	Diagrama de Algoritmo Genético.....	25
FIGURA 5 –	Comparação entre Tipos de Lógica.....	26
FIGURA 6 –	Diagrama de Aprendizado.....	27
FIGURA 7 –	Diagrama de <i>Big Data</i>	29
FIGURA 8 –	Lei de Incentivo à Indústria de Defesa.....	61

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	Graus de autonomia para um artefato.....	31
TABELA 2 –	Participação dos Gastos em Defesa nos EUA em 2005.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS

AJB	Águas Jurisdicionais Brasileiras
AM	Aprendizado de Máquina
ARP	Aeronaves Remotamente Pilotadas
BID	Base Industrial de Defesa
CASNAV	Centro de Análises de Sistemas Navais
CONCITEM	Conselho de Ciência e Tecnologia da Marinha
CSM	Consciência Situacional Marítima
CT&I	Ciência, Tecnologia e Inovação
EACF	Estação Antártica Almirante Ferraz
END	Estratégia Nacional de Defesa
EUA	Estados Unidos da América
FA	Forças Armadas
FN	Fuzileiros Navais
IA	Inteligência Artificial
IBM	<i>International Business Machine</i>
IoT	<i>Internet of the Things</i>
LAWS	<i>Lethal Autonomous Weapons Systems</i>
LISP	<i>List Processing</i>
MB	Marinha do Brasil
NCT	Navios Classe Tamandaré
NLP	<i>Natural Language Processing</i>
NSS	Navio de Salvamento de Submarinos
PEM	Plano Estratégico da Marinha
PN	Poder Naval

PND	Política Nacional de Defesa
PNM	Programa Nuclear da Marinha
PRM	Programa de Reparcelhamento da Marinha
PROSUB	Programa de Desenvolvimento de Submarinos
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
SCTMB	Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha do Brasil
SisGAAz	Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul
TBPN	Tarefas Básicas do Poder Naval
ToT	<i>Transfer of Technology</i>
UAS	<i>Unmanned Aerial Systems</i>
UAV	<i>Unmanned Aerial Vehicles</i>
UCAV	<i>Unmanned Combat Aerial Vehicles</i>
VANT	Veículo Aéreo Não Tripulado
ZEE	Zona Exclusiva Econômica

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	17
2.1	Antecedentes.....	17
2.2	Aspectos Conceituais.....	21
3	APLICAÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.....	29
3.1	A IA e o Ser Humano	38
4	A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E NORMAS ESTRUTURANTES.....	43
4.1	A Inteligência Artificial nas Normas do Governo Brasileiro.....	43
4.2	A Inteligência Artificial na Normas da Marinha do Brasil.....	44
5	EMPREGO DE IA NA MARINHA DO BRASIL.....	52
6	ESTRUTURAÇÃO DA BID PARA ATENDER A IA.....	54
6.1	A Estruturação da BID dos EUA	56
6.2	A Estruturação da BID dos Brasil.....	58
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	63
8	REFERÊNCIAS.....	66

1 INTRODUÇÃO

Segundo o estrategista militar prussiano Clausewitz (1897, p. 2, tradução nossa), “sobrepular 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 investimento 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 financeiros.

Ao estabelecer o conceito de trindade da guerra, incorporou a visão de que a guerra era um jogo das 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 por meio do elemento acaso, a adivinhação e a sorte vêm a desempenhar um importante papel na guerra” (CLAUSEWITZ, 1897, tradução nossa).

Para explicar a mutação da guerra, Clausewitz utilizou uma metáfora em que descreve que a guerra pode se comportar como um camaleão, alterando sua natureza 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).

A Inteligência Artificial (IA) vem ganhando cada vez mais terreno em várias aplicações tecnológicas na sociedade e o seu emprego nos setores comercial, industrial, de saúde e militar vêm causando impactos relevantes no desenvolvimento social. Esses impactos são evidenciados pelas palavras do Presidente da Rússia Vladimir Putin, parafraseando o Almirante Mahan, ao referir que o Estado que dominar esta tecnologia irá ditar os rumos do mundo (DAVIS, 2018), ao empregar a IA não só no âmbito da segurança nacional, como

também no arcabouço social por intermédio das áreas comercial, industrial, farmacêutica, entre outras.

Assim como outras tecnologias e inovações disruptivas¹, tais como, a escrita, a imprensa, a máquina a vapor, a linha de montagem, a penicilina e várias outras que surgiram ao longo da história da humanidade provocando mudanças intrapessoais e interpessoais no comportamento, a IA cada vez mais se insere no *modus vivendi* dos seres humanos tornando-se tão imprescindível para viver quanto a água ou o ar, comparativamente falando.

A Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha do Brasil (BRASIL, 2017) especifica a utilização de IA na área de Educação, com aplicação em Realidades Virtual e Aumentada, e em vídeos instrucionais. Além do mais, o amplo espectro de emprego já em desenvolvimento expressará quais os campos que a Marinha do Brasil (MB) elegerá para reforçar seu Poder Naval (PN) relativamente a resguardar as Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB), bem como outras áreas e rotas marítimas de interesse estratégico. Dessa forma, pode-se realizar a seguinte pergunta: como a MB deverá se capacitar de modo a não ficar defasada tecnologicamente no cumprimento das tarefas institucionais?

Nesse contexto, este trabalho visa apontar alternativas que sejam viáveis em projeções econômicas futuras, para que a MB possa cumprir seu papel de salvaguardar o Estado brasileiro diante de futuras e novas ameaças e, também, manter posição de respeito perante o entorno estratégico brasileiro.

Nessa disposição, diante da tarefa de resguardar as nossas AJB, faz-se estratégico o alinhamento da MB com os mais recentes avanços tecnológicos de modo a manter a eficácia do Poder Naval, conforme estabelecido na Política Nacional de Defesa (PND) (BRASIL, 2018), na Estratégia Nacional de Defesa (END) (BRASIL, 2018), além de cumprir sua Missão,

¹ Uma inovação disruptiva é uma técnica ou processo ou serviço novo que redefine um nicho de mercado, simplificando as técnicas, processos ou serviços existentes e reduzindo custos.

conforme preconizado no Plano Estratégico da Marinha (PEM) (BRASIL, 2019), e na Política Naval e, na garantia dos poderes constitucionais e da lei e da ordem. Isso deverá estar com o controle de sua Consciência Situacional Marítima (CSM) no âmbito da Amazônia Azul².

Portanto, a IA poderá ser uma tecnologia de fundamental suporte e de grande importância ao cumprimento das Tarefas Básicas do Poder Naval (TBPN) representada pelo imenso litoral do Brasil e pela grande área abrangida pela Amazônia Azul.

Por tudo que foi explanado, esta pesquisa tem como objetivo principal analisar formas de emprego da IA, nos quais os meios do PN possam cumprir sua tarefa institucional. Então, foram estabelecidos três objetivos intermediários descritos a seguir:

1. Relacionar as aplicações de IA na área de Controle e Coordenação, descrevendo o emprego em Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) como apoio aos meios de superfície, terrestres e aeronavais;
2. Relacionar as aplicações na área de Controle e Coordenação, descrevendo o emprego no setor abaixo d'água, como sensores acústicos (sonar remoto), como auxílio à Força de minagem e, também como armamento submarino;
3. Relacionar as aplicações na área de Controle e Coordenação, descrevendo o emprego nos meios terrestres como apoio aos grupamentos operativos dos Fuzileiros Navais (FN) constituídos.

Estes três objetivos serão explanados no capítulo cinco. O método utilizado será de pesquisa documental e bibliográfica.

Ademais, os atuais desenvolvimentos de projetos estratégicos da Marinha do Brasil quais sejam: o Programa de Desenvolvimento de Submarinos (PROSUB), o Programa Nuclear

² Amazônia Azul é toda a extensão marítima que compreende o Mar Territorial (até 12 milhas náuticas a partir da costa), a Zona Contígua (até 12 milhas náuticas a partir do Mar Territorial) e a Zona Econômica Exclusiva (até 200 milhas náuticas a partir das linhas de base do Mar Territorial) alcançando uma área aproximada de 5,7 milhões de km² (MB, 2019).

da Marinha (PNM), o Projeto Navios Classe Tamandaré (NCT), e a nova Estação Antártica Almirante Ferraz (EACF) bem como a implantação do Grupo Executivo de Aeronaves Remotamente Pilotadas que, por meio de transferência tecnológica, concomitantemente com o desenvolvimento próprio nos seus centros de pesquisa, têm grande valia para o fomento da Base Industrial de Defesa (BID).

A pesquisa está estruturada em seis capítulos, incluindo a introdução. O capítulo 2 contém o referencial teórico, onde são apresentados antecedentes de IA e seus aspectos conceituais. O capítulo 3 apresenta aplicações de IA na sociedade. O capítulo 4 mostra como a IA está inserida nas normas da MB. O capítulo 5 relaciona possibilidades de emprego da IA na MB. No capítulo 6 estão considerações gerais do conteúdo apresentado na tese.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Antecedentes

A Humanidade, desde o início do conceito de sociedade há, aproximadamente 10.000 anos atrás, realizava suas tarefas com uso das mãos, para caçar, defender-se, ou construir abrigo para seu descanso. Com o passar do tempo, o ser humano ao passar do comportamento nômade para o sedentário percebeu que o uso de ferramentas lhe traria alguns benefícios, tais como: menor esforço, rapidez na execução de tarefas e em sua segurança, entre outros. Aliado a isso ao aprender a plantar, provocou o surgimento

uma das primeiras invenções tidas como revolucionárias e disruptivas: o arado, há cerca de 5.000 anos.

À medida que o ser humano evoluiu, outras invenções ou descobertas foram fundamentais para que esse processo evolutivo viesse a se tornar cada vez mais acelerado. Entre esses acontecimentos, podemos citar: o desenvolvimento da escrita, a pólvora, a imprensa, a máquina a vapor, o telégrafo, e a penicilina que têm seu destaque entre tantos outros exemplos da capacidade da inteligência humana. Aristóteles³, enquanto mestre de Alexandre, o Grande, rei da Macedônia, já pensava em como melhorar o aproveitamento da mão de obra escrava, submetida a executar tarefas degradantes no aspecto social.

Entretanto muitas dessas invenções nem sempre foram para o benefício do ser humano. As guerras que fustigaram a humanidade desde o seu surgimento, de certa forma foram estímulos para avanços da ciência em função dos seus efeitos vantajosos dentro dos teatros de operações. Embora não desejáveis, os efeitos das guerras trouxeram benefícios implícitos, para seu emprego nos meios civis. Por exemplo, a Primeira Guerra Mundial (1914 – 1918) provocou

³ Filósofo grego (384 – 322 a. C.), discípulo de Platão.

várias inovações tecnológicas, tais como: o tanque de guerra, o avião, o submarino e a máscara contra gases, que são utilizadas de várias formas em aplicações no meio civil, entre eles, na eletrônica, na pesquisa marinha etc.

O fato é que o ser humano vem sendo compelido a tentar criar dispositivos que realizem tarefas, mas com a mesma capacidade da inteligência humana. Assim, ideias e conceitos foram criados e desenvolvidos, porém sem o aporte de uma tecnologia que tivesse capacidade de ajudar na criação de máquinas com tal capacidade, naquele momento. Nesse rumo, em 1943, McCulloch e Pitts escreveram um artigo no qual foram lançadas as bases para o conceito de redes neurais artificiais, cujos modelos matemáticos imitam os processos físico-químicos que ocorrem no cérebro humano nos processos cognitivos (MCCULLOCH & PITTS, 1943).

Os primeiros passos para o desenvolvimento de uma máquina capaz de realizar um esboço de inteligência artificial ocorreram na Segunda Guerra Mundial (1939 – 1945), quando a necessidade de sobrepujar a máquina de guerra alemã fez com que o matemático Alan Turing desenvolvesse um protótipo de computador que pudesse decifrar as mensagens trocadas entre os alemães. Partindo daí, em 1950, Turing desenvolveu um teste, que levou o seu nome (também conhecido como “Jogo da Imitação”) no qual um entrevistador, sem conhecer ou visualizar o entrevistado, pode avaliar se o ele é um ser humano ou uma máquina. Em adição, no mesmo ano da invenção de Turing, um artigo de Claude Shannon tratou sobre como programar uma máquina para jogar xadrez.

Mas foi em 1956, em uma conferência na Faculdade de Dartmouth em New Hampshire que, John McCarthy e mais alguns cientistas cunharam o termo “Inteligência Artificial” (IA) formalmente com a seguinte definição:

”Cada aspecto de aprendizado ou outra forma de inteligência pode ser descrita de forma tão precisa que uma máquina pode ser criada para simular isso”⁴

⁴ (IENGENHARIA, 2018).

Daí em diante, várias perspectivas foram vislumbradas com a IA de modo que órgãos governamentais norte-americanos e da indústria privada passaram a investir pesadamente em pesquisas no setor. Em 1957, Frank Rosenblatt desenvolveu o algoritmo perceptron. Em 1958 foi desenvolvida a linguagem de programação LISP. O termo *Machine Learning* surgiu em 1959 para definir que um algoritmo que foi desenvolvido para aprender uma função ou executar um processo, bastando para isso receber uma quantidade suficiente de dados, sem haver necessidade de programação. Em meados da década de 60, *chatbots*, computadores especificamente programados, utilizando estruturas semânticas adequadas permitiram a realização de diálogos com pessoas. Entretanto, as décadas de 70 e 80, bem como o início da década de 90, não trouxeram significativas contribuições no desenvolvimento de sistemas de IA, com os estudos restringindo-se ao meio acadêmico.

Não obstante, um novo impulso surgiu com o desenvolvimento da *internet* comercial, em que a IA foi aplicada na indexação de máquinas de busca, tendo como exemplos: o Altavista e a seguir o Google, só para citar as mais populares. Então, em 1997, O computador *Deep Blue* da IBM derrotou o campeão mundial Garry Kasparov, considerado o maior enxadrista de todos os tempos, ao utilizar uma técnica de análise de jogadas em que a capacidade de processamento dos dados requisitava alto desempenho do equipamento (BOURCHARDT, 2017). Tal desempenho cresceu enormemente em função do aprimoramento das técnicas de confecção de componentes eletrônicos, principalmente microprocessadores e microcontroladores conforme preconiza a Lei de Moore (MOORE, 1965).

A partir dessa fase, máquinas autônomas passaram a ser a próxima aplicação da IA, quando em 2005, ocorreram os testes de veículos comerciais sem condutor e os testes de veículos multifunção articulados para movimentação em terrenos com topologia difícil para seres humanos, com vistas à exploração espacial, sendo fundamental para esses casos o

desenvolvimento de sensores dos mais variados tipos.

Concomitantemente, outras áreas da ciência, como reconhecimento de padrões, tanto de áudio ou imagem quanto para emprego no reconhecimento de voz e face, começaram a receber a atenção pelas empresas líderes em tecnologia de ponta, como: Apple, Google e IBM. Os objetivos principais dos seus pesquisadores eram para aprimorar, cada vez mais, seus assistentes de IA destinados ao aumento do potencial dos aparelhos celulares, os *smartphone*⁵. Nessa linha, o sistema denominado Watson, *software* assistente de IA da IBM, em 2011, participou de um programa de auditório popular americano de perguntas e respostas, o “Jeopardy” em que derrotou fragorosamente dois candidatos que haviam sido campeões em outras edições do referido programa. Mais recentemente, em 2016, o “AlphaGo” da Google, assistente desenvolvido pela empresa DeepMind para jogar Go, jogo chinês de tabuleiro similar ao xadrez, derrotou o sul-coreano Lee Sedol, maior jogador de Go do mundo, sendo que o “AlphaGo” simplesmente aprendeu jogando contra outras pessoas e contra si mesmo, não tendo recebido nenhuma linha de programação específica para tal (DEEPMIND, 2019).

Resta evidente que a IA está cada vez mais presente em várias tecnologias do dia a dia da sociedade, como: nas redes sociais com os corretores de texto nos celulares; nos aplicativos que nos orientam no trânsito; nas sugestões de restaurantes mais próximos e suas avaliações; nos gerenciadores de email e em várias outras aplicações.

Para o futuro próximo, a Internet das Coisas⁶ aliada à domótica, área que está correlacionada com a automação e sensoriamento do ambiente doméstico é outro setor que a IA deverá em futuro próximo afetar as vidas das pessoas de um modo geral.

⁵ Aparelhos telefônicos celulares com avanços tecnológicos que permitem o gerenciamento de vários aplicativos tais como, agenda, boletim meteorológico, dicionários, mapas de rua. As primeiras gerações de aparelhos celulares apenas permitiam chamadas telefônicas e trocas de mensagens simples.

⁶ Internet das Coisas (do inglês *Internet of the Things* – IoT) é um conceito aplicado atualmente à forma de interconexão e comunicação dos objetos de uso diário pelos seres humanos, por meio de sensoriamento e gerenciamento por aplicativos específicos (PROOF, 2018).

2.2 Aspectos Conceituais

O conceito de IA confunde-se com autonomia e automação pelas pessoas de modo geral, mas, o mais adequado é entender como o uso de computadores pode simular o comportamento humano com aplicação de conceitos de inteligência (HOROWITZ, 2018). Em outros entendimentos, sistemas remotamente pilotados ou controlados, em boa parte das aplicações, não devem ser entendidos como IA, tampouco sistemas que são automatizados, isto é, executam uma tarefa específica, como por exemplo, uma máquina soldadora em uma linha de montagem de uma fábrica de automóveis.

A capacidade de processamento da IA é conjugada com outros fatores a saber: acesso a grande quantidade de dados; algoritmos com melhor desempenho; e *hardware* com maior potencial de processamento (ROCHA, 2019). Dessa forma, essa capacidade vem ao encontro de um conceito-chave de IA bastante utilizado pelos sistemas atualmente que é o *Machine Learning* – Aprendizado de Máquina (AM), em que o algoritmo, ao processar os dados, “aprende” com suas características. Com isso, o AM pode ser categorizado em aprendizado supervisionado, em aprendizado não supervisionado e aprendizado com reforço, que são técnicas computacionais nas quais os dados após o processamento pelo algoritmo podem ser realimentados, ou não, ou apenas parcialmente.

Como um exemplo, a IA pode ser implementada a partir de uma estrutura de redes neurais de várias camadas como mostra a FIGURA 1.

A FIGURA 1 apresenta as estruturas Simple e Deep Learning⁷, que são formadas por camadas de neurônios artificiais que representam modelos dos neurônios biológicos (HAYKIN, 1999). Pelo fato de um perceptron⁸ somente não ter poder de processamento, faz-se necessária a agregação de vários deles na estrutura chamada de rede neural. Tal estrutura é

⁷ Estruturas *Simple e Deep Learning* – Simples e Aprendizado Profundo (tradução nossa).

⁸ Perceptron é um tipo de neurônio artificial (nota do autor).

formada por camadas de perceptrons com a apresentada na FIGURA 1.

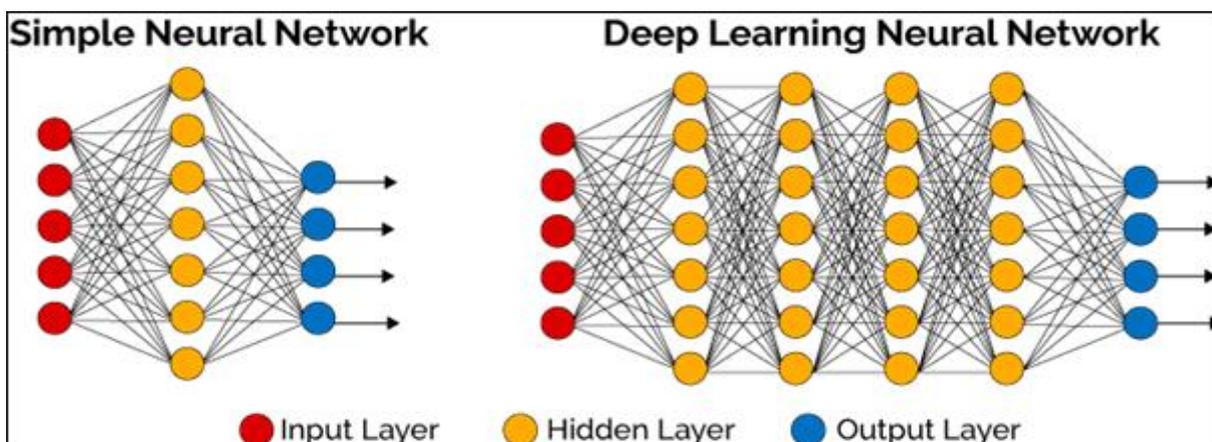


FIGURA 1 – Estruturas de Redes Neurais.

Fonte: (IENGENHARIA, 2019)

Ali percebe-se que as camadas estão classificadas em três tipos a saber: Input Layer, Hidden Layer e Output Layer⁹. As camadas de entrada e saída, como o nome diz, servem para receberem os dados a serem processados e apresentarem os dados após o processamento. Por sua vez, as camadas escondidas¹⁰, em função da aplicação à qual a rede vai ser direcionada, podem variar desde dezenas de camadas, como na rede VGG16¹¹, conforme mostra a FIGURA 2, que possui 16 camadas até centenas de camadas, como na rede ResNet¹² da Microsoft¹³, que possui 152 camadas.

Para que o processamento na rede neural seja executado, faz-se uso de um algoritmo¹⁴. Muitas atitudes no nosso dia a dia nada mais são do que um tipo de algoritmo que seguimos, como por exemplo, quando nos dirigimos a um determinado lugar e executamos

⁹ *Input Layer, Hidden Layer e Output Layer* – Camada de Entrada, Camada Escondida e Camada de Saída (tradução nossa).

¹⁰ Assim denominadas porque não se tem acesso direto a estas camadas. O acesso é somente pela camada de entrada ou pela camada de saída (nota do autor).

¹¹ Modelo de rede neural com aprendizado profundo para reconhecimento de imagens (UFG, 2016).

¹² Modelo de rede neural com aprendizado profundo para reconhecimento de imagens da empresa norte-americana Microsoft (ER, 2016).

¹³ Empresa norte-americana de *software*.

¹⁴ Sequência de operações que seguem uma lógica ou conjunto de regras para solucionar um problema em um número finito de etapas. Algoritmos podem ser recursivos, isto é, executam novamente um ciclo das etapas definidas aproveitando parte ou todo o resultado obtido no ciclo anterior.

instruções do tipo: siga em frente, vire à direita, ande duzentos metros etc.

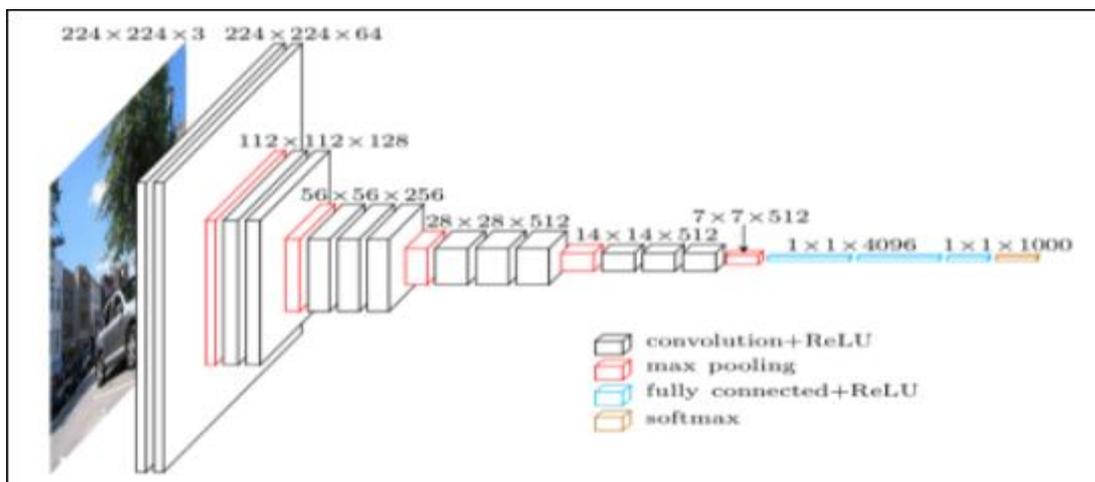


FIGURA 2 – Exemplo de rede VGG16.

Fonte: UFG, 2016

Existem várias famílias de algoritmos que atendem às mais diversas finalidades, e muitas dessas famílias integram conjuntos chamados de sistemas. Alguns exemplos de sistemas são: Sistemas Especialistas, Algoritmos genéticos e Lógica Fuzzy.

Sistemas especialistas são programas destinados a solucionar problemas em campos específicos de conhecimento. Estes programas devem ter desempenho comparável ao dos especialistas humanos na execução dessas tarefas. Da mesma forma que um ser humano ao adquirir entendimento específico numa área do conhecimento humano e aí se torna especialista, como, por exemplo, um cirurgião especializado em joelhos, os sistemas especialistas conseguem obter vasto conhecimento quando treinados para isso.

Esses sistemas apresentam vantagens em relação aos seres humanos porque não apresentam fadiga, sempre estão disponíveis e não possuem incompatibilidades com outros seres humanos.

Outro sistema são os Algoritmos Genéticos que usam conceitos da Teoria da Evolução. Algoritmos genéticos são bons para abordar espaços de buscas muito grandes e navegá-los procurando por soluções que talvez não fossem encontradas em uma busca

convencional, mesmo que ela durasse centenas de anos.

Arquitetura de Sistemas Especialistas Baseados em Regras

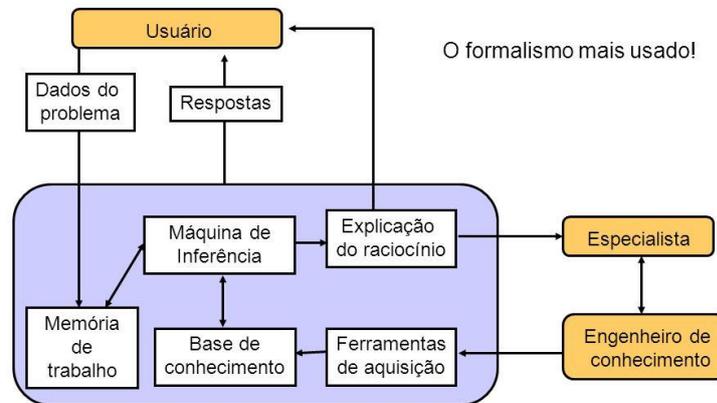


FIGURA 3: Diagrama de um tipo de sistema especialista.
Fonte: UFPE, 2019.

A teoria da Evolução diz que na natureza todos os indivíduos dentro de um ecossistema competem entre si por recursos limitados (comida, água etc.) portanto indivíduos mais fracos tendem a não se reproduzir daí seus genes não são propagados pelas gerações seguintes. Por conseguinte, os indivíduos que sobrevivem provavelmente produzirão indivíduos mais adaptados ao ambiente.

Os algoritmos evolucionários, dos quais os algoritmos genéticos fazem parte, procuram se inspirar na forma como a natureza funciona. Os algoritmos evolucionários funcionam, mantendo uma população de estruturas que evoluem de forma semelhante à evolução das espécies. Algoritmos evolucionários buscam (dentro da atual população) aquelas soluções que possuem as melhores características e tenta combiná-las de forma a gerar soluções ainda melhores. O processo é repetido até que tenha se passado tempo suficiente ou que tenhamos obtido uma solução satisfatória para nosso problema.

Definição de um problema em algoritmos genéticos:

- É necessário definir uma maneira de codificar os indivíduos;
- Definir os operadores genéticos que serão utilizados;

- Definir uma função de avaliação para medir a capacidade de sobrevivência de cada indivíduo.

Por conseguinte, se entende que, nesse processo, os dados de entrada representam os indivíduos, o algoritmo vai realizar o procedimento de acordo com a teoria da evolução e os dados de saída são uma nova geração de indivíduos os quais vão passar pelo algoritmo e assim por diante.

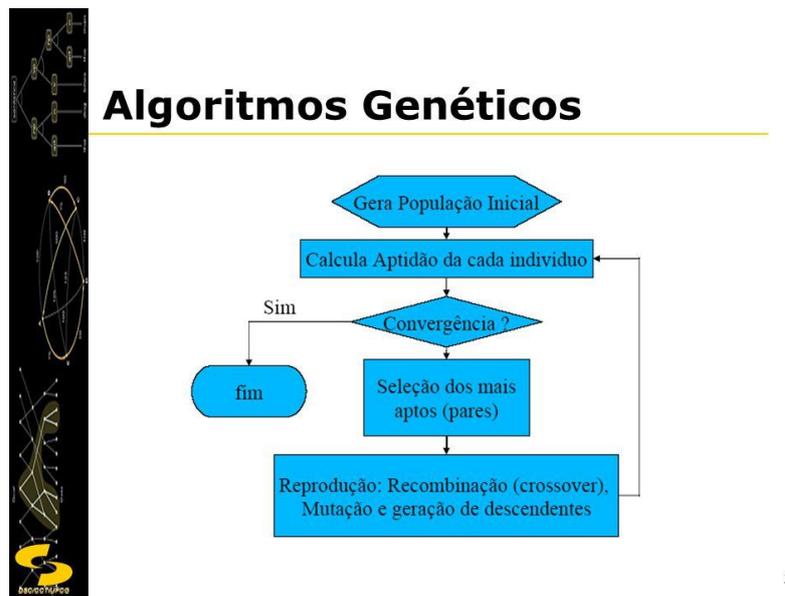


FIGURA 4: Diagrama de Algoritmo Genético
Fonte: UFCG, 2019

Por fim a Lógica Fuzzy ou Lógica Difusa, que é uma extensão da lógica booleana (MELO NETO, 2018). Ela permite que estados imprecisos possam ser tratados por dispositivos de controle. Casos práticos:

- Avaliar temperatura (quente, morno, frio etc.);
- Avaliar conceito de felicidade (radiante, feliz, apático, triste);
- Surgiu com Lofti Zadeh, Berkeley (1965) – Para tratar do aspecto vago da informa o;
- É baseada em graus de pertinência (graus de verdade);
- Inclui vários graus de verdade entre 0 e 1 – A ideia é a de que as informa es

admitem graus (temperatura, altura, velocidade, distância etc.).

Lógica difusa é uma lógica multivalorada capaz de capturar informações vagas, em geral descritas em uma linguagem natural e convertê-las para um formato numérico, de fácil manipulação pelos computadores atuais, é uma lógica que suporta modos de raciocínio aproximados, em vez de exatos.

A lógica difusa objetiva fazer com que as decisões tomadas pela máquina se aproximem cada vez mais das decisões humanas. Isso é importante ao se trabalhar com informações vagas e incertas, que podem ser traduzidas por expressões do tipo: a maioria, mais ou menos, talvez etc.

Tem por princípios:

- Baseia-se em palavras e não em números, ou seja, os valores verdadeiros são expressos linguisticamente. Exemplo: baixo, médio, alto, quente, frio, e outros usados para definir estados de uma variável;
- Possui vários modificadores de predicado. Exemplo: muito, mais ou menos, pouco, bastante, médio, e outros;
- Possui também um amplo conjunto de quantificadores. Exemplo: poucos, vários, em torno de, usualmente.



FIGURA 5: Comparações entre tipos de lógica.
Fonte: DEVMEDIA, 2019

A FIGURA 7 mostra uma comparação entre a lógica clássica ou digital, onde só se consideram dois estados ou situações somente. Já a lógica *Fuzzy*, ou Difusa ou Nebulosa possui

uma transição entre os seus estados.

Um sistema de inteligência artificial para conhecer bem seu ambiente é necessário que o sistema receba uma grande quantidade de informações (dados) para que aprenda com estes. Portanto dados são inseridos na rede neural do sistema, que executa um algoritmo repetidas vezes (característica conhecida como recursividade) até que os resultados obtidos estejam dentro de limites pré-estabelecidos. Tal aprendizado pode ser executado sob três modos:

- Aprendizado Supervisionado: a rede é treinada com o auxílio de uma supervisão, ou seja, que consiste em comparar os dados de saída obtidos com os dados de entrada utilizados; se for obtido o resultado esperado, a rede está treinada, caso contrário, será necessário fazer ajustes na rede;
- Aprendizado Não Supervisionado: a rede não recebe um treinamento específico, já que não existe a necessidade de uma saída desejada correspondendo a uma entrada específica;
- Aprendizado por Reforço: quando a supervisão é feita externamente à rede.

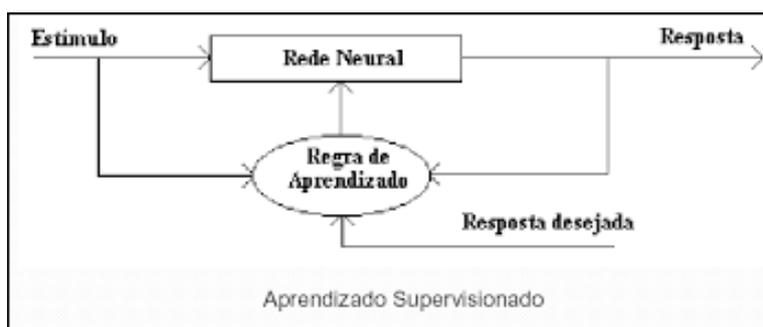


FIGURA 6: Diagrama de Aprendizado

Fonte: UFPR, 2019.

Atualmente, em função dos avanços tecnológicos nas várias atividades do ser humano, e com a digitalização das informações e facilidade de armazenamento, o volume de dados coletados poderá ser muito grande e, para ser processado da maneira pertinente, há que

se ter uma rede neural com capacidade e desempenho específicos. Um exemplo interessante de necessidade de capacidade de armazenamento grande está em uma rede neural utilizada para identificação de placas de automóveis, pois nesse caso, além da imagem da placa capturada e digitalizada, a rede deve ter processamento rápido para capturar um número grande de placas, caso esteja instalada num local de tráfego muito intenso.

Por fim, pode-se conceituar duas abordagens de IA: A simbólica e a conexionista. A primeira é baseada em regras que permitem à IA deduzir determinados comportamentos. Como o nome indica, ela utiliza-se de representações simbólicas de forma similar que o raciocínio humano trabalha. Já a abordagem conexionista, utiliza muito da modelagem do cérebro humano, como mostrado nas redes neurais (LEONEL, 2017). Recentemente, alguns pesquisadores vêm tentando criar uma técnica híbrida, conjugando simbolismo e conexionismo.

Por fim, a IA pode ser classificada como um *continuum* (HOROWITZ, 2018), em que num extremo temos o tipo chamado *narrow* (limitado), no qual se categorizam as ferramentas como “AlphaGo”, por exemplo, e no outro extremo o tipo chamado de superinteligência, a qual é construída por meio de vários algoritmos interconectados e que é utilizada em aplicações de grande porte.

3 APLICAÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Como mencionado anteriormente, o ser humano nas suas várias atividades profissionais e sociais, precisa lidar com quantidade muito grande de informações em função da conectividade que a tecnologia permite. A Inteligência Artificial vem ganhando forte representatividade como ferramenta de grande capacidade de decisão ao lidar com esse conjunto de dados, denominado *Big Data*¹⁵. Desde aspectos mais simples às grandes decisões, a IA tem sido e cada vez mais será de grande importância no manejo do *Big Data* seja nas aplicações militares quanto nas não militares (CLARKE, 2019a).

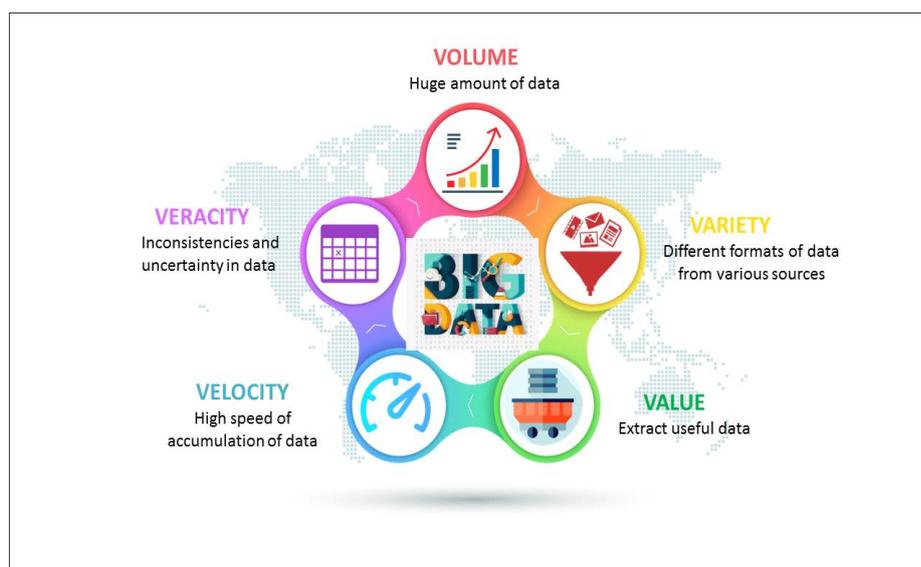


FIGURA 7: Descrição de *Big Data*

Fonte: Edureka.co, 2019

Para receber, processar e entregar o resultado deste processamento existem vários tipos de tecnologia de IA que variam em função da aplicação dos dados que serão processados. O primeiro exemplo de tecnologia é a Análise Preditiva que trata um conjunto específico de dados para prever tendências num período futuro próximo mas que pode ser encontrada por

¹⁵ *Big Data* – Grandes Dados (tradução nossa), conjunto de informações que possuem grande variedade, são recebidos com grande velocidade e em grande volume.

exemplo, nos *smartphones* em que, ao se escrever um email, ou uma mensagem em uma rede social, o aplicativo gerenciador exibe algumas opções de palavras, quando está se digitando as primeiras letras do que se quer escrever. À medida que for usado tal aplicativo, ele aprenderá cada vez mais sobre as palavras com maior frequência de uso daquele idioma. Essa facilidade ocorre também nos navegadores para Internet em computadores pessoais, com o uso da função “autocompletar”. Estratégias de *marketing* e análise de risco de crédito, na área hospitalar, na análise de doenças que têm quadro muito similar de sintomas, na identificação de fraudes de seguros devido a dados falsos informados pelos segurados, são outros exemplos de aplicações em escala mais ampla.

Outra tecnologia da IA bastante difundida é o *Natural Language Processing* (NLP)¹⁶, em que sinais de áudio e conversação podem ser processados e ter seu conteúdo compreendido pelo sistema de análise e, então, atingir uma finalidade específica como por exemplo, comandos de voz que podem gerar atividades em vários equipamentos tais como no celular, no automóvel, na casa entre outros, como também a identificação biométrica de pessoas relacionada ao acesso de áreas sensíveis (RODRIGUES, 2017).

Uma terceira tecnologia é o Reconhecimento de Imagens, o qual possui vasta abrangência, sendo empregada na análise e manipulação de imagens e vídeos digitais, na análise de imagens de satélite sejam produzidas por instrumentos óticos ou por instrumentos SAR – *Synthetic Aperture Radar*¹⁷, e na identificação biométrica facial de pessoas também relacionada com acessibilidade de áreas restritas.

Não obstante, as tecnologias de Robótica e por extensão, de Veículos Autônomos, vêm despertando cada vez interesse dos setores acadêmico, industrial e militar, por terem uma

¹⁶ *Natural Language Processing* – Processamento de Linguagem Natural (tradução nossa).

¹⁷ *Synthetic Aperture Radar* (SAR) – Radar de Abertura Sintética (tradução nossa). Tipo de radar instalado em satélites que permite, por meio da emissão de sinais e sua recepção visualizar objetos na superfície terrestre como uma imagem.

ampla gama de aplicações nestes três setores. Robôs, por exemplo, são empregados em linhas de montagem de automóveis por possuírem maior precisão, maior velocidade e não sofrerem de fadiga como os seres humanos. Outros modelos menos sofisticados podem ser utilizados na limpeza de janelas de prédios, em que o risco à segurança é alto. No setor militar são empregados em desarme e descarte de bombas, salvaguardando vidas de militares. No entanto, esses exemplos ainda carecem de autonomia na operação, haja vista que precisam do controle e monitoramento de um ser humano, da mesma forma que os veículos autônomos, sejam esses terrestres, marítimo ou aéreos (CLARKE, 2019).

Tais áreas de aplicação podemos encontrar tanto no setor civil, quanto no setor militar, sendo que neste, devido às suas particularidades de emprego, várias especificidades devem ser consideradas. A principal delas é a AUTONOMIA¹⁸, ou seja, a capacidade que o artefato¹⁹ tem de se mover no ambiente ao qual foi destinado sem a necessidade de haver algum ser humano embarcado bem como poder executar sua missão, caso circunstâncias imprevistas surjam e possam ser contornadas. A TABELA 1 ilustra graus de autonomia que podem ser estabelecidos.

Table 1 – Degrees of autonomy.			
		Function of the artefact	Function of the controller
Decision support system	1.	NIL	Act
	2.	Analyse options	Decide among options
	3.	Advise re options	Decide among options
	4.	Recommend action	Approve/Reject recommended action
Decision system	5.	Notify an Impending action	Override/Veto an impending action
	6.	Act and inform	Interrupt/Suspend/Cancel an action
	7.	Act	NIL

TABELA 1: Graus de autonomia para um artefato
Fonte: CLARKE, 2019

Em função disso, podemos analisar cada modalidade de utilização de artefatos

¹⁸ Autonomia: capacidade de autogovernar-se, de dirigir-se por suas próprias leis ou vontade própria. (MICHAELIS, 2019)

¹⁹ Denominação usada para qualquer equipamento robotizado, seja terrestre, aéreo ou aquático (nota do autor).

começando pelas Aeronaves Remotamente Pilotadas (ARP) popularmente conhecidas como *drones*. Tal classificação engloba tanto aeronaves de asa fixa como de asa rotativa que podem ser aplicadas tanto para missões de combate, portando armamento embarcado como metralhadoras ou mísseis, como em missões de patrulha e vigilância embarcando vários sistemas de monitoramento de imagens, por exemplo, câmeras térmicas, de visão noturna, entre outras.

Portanto essas estruturas podem trabalhar de forma conjunta como em grupamentos de aeronaves pilotadas por humanos. Tais conjuntos de *drones* são chamados de enxames, porque as atuais pesquisas utilizam *drones* de pequeno tamanho e como voam em conjunto se assemelham a enxames de insetos. Esses conjuntos podem utilizar equipamentos que executem funções de vigilância e monitoramento, enquanto outros utilizariam o armamento para o cumprimento da missão.

No ambiente marinho, vêm sendo pesquisadas embarcações de superfície, de pequeno e médio porte atualmente. Em fevereiro de 2019, um navio chamado “*Sea Hunter*” cruzou o Oceano Pacífico, de San Diego nos Estados Unidos da América (EUA) até o Havaí (EUA) sem ter embarcado qualquer tripulante humano. Pequenas lanchas autônomas podem ser utilizadas em levantamentos batimétricos e na coleta de dados de faróis e bóias de sinalização. Por outro lado, *drones* submarinos podem ser empregados na monitoração acústica (sonares remotos).

No ambiente terrestre, veículos podem ser utilizados no apoio logístico transportando suprimentos, sobressalentes, medicamentos e outros. Sistemas de monitoração por satélite podem ajudar a guiar as forças terrestres pelo caminho mais seguro.

Segundo Ana Pott (2019), em 1970, a revista *Science for the People* era publicada pela primeira vez. O periódico era resultado do movimento militante antiguerra iniciado em 1969, cujo objetivo era abordar uma série de assuntos, dentre eles a militarização da pesquisa

científica. No quinto volume, encontra-se o artigo *Toys against the People, or Remote Warfare* (1973) que já alertava para os efeitos e consequências de um novo tipo de guerra: a guerra à distância. Destaca-se que na época, as forças armadas dos EUA já estavam trabalhando nos primeiros projetos de *drones* armados. Mais de quarenta anos depois, alguns dos pontos abordados no artigo ainda são inquietantemente atuais: [...] os guerreiros por televisão nunca são confrontados à perspectiva de serem mortos na ação. [...] As características da guerra à distância poderiam servir para calar as críticas antiguerra que tentam deter seu desenvolvimento. Os brinquedos não têm nem mães, nem esposas para protestarem contra suas perdas. A guerra a distância é muito barata. Aqueles que criticam as despesas de guerra e a inflação não terão mais contra o que protestar. [...] A única coisa que resta a protestar é o assassinato e a subjugação dessas pessoas que o exército norte-americano chama de “comunistas”, *gooks* [vietcongues] ou simplesmente “o inimigo”. Mas, sem dúvida, para o exército norte-americano, em princípio o mundo inteiro é um inimigo potencial. [...] Toda diferença entre guerra e paz se dissolverá. A guerra será a paz. A guerra total a distância virá prolongar, por um estado de guerra perpétua a longa tradição de guerra e de genocídio que marcou a história da humanidade [...]. Os guerreiros por televisão não saberão mais estabelecer a diferença entre realidade e ilusão. A alienação e a esterilização se aproximarão da perfeição. Depois de dar um beijo de despedida em sua mulher e enfrentar os engarrafamentos para ir ao trabalho, o guerreiro por televisão se instalará na frente da televisão no Ministério da Paz. [...] (*SCIENCE FOR THE PEOPLE*, 1973, p. 40-41, tradução nossa)²⁰ consideradas tecnologias que inspiraram mais tarde o desenvolvimento dos *drones* como se conhece hoje.

²⁰ Trecho original: “The television warriors never face the prospect of being killed in action. [...] Characteristics of Remote Warfare could be used to silence anti-war critics who try to stop its development. There will be no American killed-in-action or prisoners-of-war. Toys have no mothers or wives to protest their loss. Remote War is very cheap. Economic critics of war-induced expenses and inflation will have nothing to protest. [...] The only thing left to protest is the killing and subjugation of any people the U.S. Military calls “Communists”, “Gooks”, ... “the Enemy”. Of course, in principle, the entire world is a potential enemy to the U.S. Military. [...] The difference between war and peace dissolves and War is Peace. Historically, Total Remote War continues the human

Em 2011, Irvine & Schwarzbach (2011) apontaram vinte inovações que impactariam o mundo nos próximos anos e cinco tecnologias que o revolucionariam a longo prazo. A maioria delas está relacionada à biotecnologia, robótica e ciência da computação. Em curto e médio prazo, os autores citam a tecnologia para a construção de robôs que geraria impacto nos setores social e econômico (IRVINE; SCHWARZBACH, 2011, p. 18). Já em longo prazo, eles citam a inteligência artificial a nível humano para sistemas de computadores. Essas tecnologias trazem consigo duas novas eras: a era da informação e a era da biotecnologia robótica.

Diversas são as expressões utilizadas para definir plataformas remotamente controladas e sistemas autônomos. Termos como *drones*, UAV, UCAV, UAS foram os primeiros a surgirem, representando principalmente as tecnologias no meio aéreo. Variações como plataformas remotamente controláveis e sistemas remotamente operáveis visam incluir uma gama de tecnologias estabelecidas não só no meio aéreo, como também terrestre e marítimo. No todo, embora as terminologias apresentem pequenas variações conceituais, representam a mesma coisa, ou seja, tratam-se de tecnologias operáveis a distância.

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:

1) Avanços biométricos

- Reconhecimento de padrões de DNA;
- Biometria comportamental e passiva;

heritage of war and genocide into a perpetual state of war. [...] The separation of illusion and reality vanishes for the television warriors. Alienation and sterilization approach perfection. After kissing their wives good-bye and

- Detecção e caracterização de traços de DNA a partir de uma única molécula, redes sensoriais complexas e modelos computacionais;
- Algoritmos biométricos de detecção e embutidos onipresentes;
- Reconhecimento de fala e linguagem. Processamento inteligente de informação baseado na compreensão da linguagem auditiva características biológicas.

2) Testes e designs computacionais de medicamentos

- Modelagem e matemática para desenvolver modelos de trabalho de processos biológicos complexos para a identificação de doenças e previsão de interações de DNA;
- Novos campos, como a biossimulação e a farmacogenômica, darão origem à biomedicina plenamente preditiva para o desenvolvimento de tratamentos personalizados, incluindo a dependência;
- "Laboratórios portáteis" permitirão a simulação de bioprocessos na concepção inicial de medicamentos;

3) Purificação de água por meio de nanotecnologia

- 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;
- Espera-se que a purificação, desinfecção e medição em nanoescala padronizem o tratamento de águas residuais que seja mais eficiente, eficaz e pequeno;

4) Identificação e modelagem de processos biológicos

- Utilização de técnicas de interferência de ARN para ligar rapidamente funções de ADN a processos bioquímicos;
- Desenvolvimento de modelos matemáticos de sistemas biológicos complexos.

5) Marcadores neuroquímicos comportamentais e mapeamento de funções cerebrais de alta ordem

- Desenvolvimento de sensores cognitivos para interfaces cérebro-máquina e aumento do desempenho mental humano;
- Integração de análises massivas para compreender computações neurais, aprendizagem e reconhecimento de padrões.

6) Distribuição e segmentação de medicamentos utilizando o reconhecimento molecular, incluindo tratamentos personalizados

- Terapia genética para tratamento embrionário de doenças hereditárias;
- Uso do polimorfismo de nucleotídeos para adequar os requisitos individuais aos tratamentos farmacológicos.

7) Nanoestruturas médicas para entrega de medicamentos

- As *nanoshells* não condutoras revestidas de metal (ouro) são injetadas no tecido canceroso: as *nanoshells* 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 *nanoshells* emitem calor e matam o câncer.

8) Microarrays de DNA, bioensaios rápidos e sensores de nanofios

- Habilitar a detecção optoeletrônica e química de DNA para testes contra vírus, toxinas, interações medicamentosas poderia substituir *microarrays* atuais: correlação das interações do ADN com os processos físicos.

9) Sensores de monitoramento de saúde incorporados

- Sensores incorporados e remotamente acessíveis para monitoramento de desempenho individual e de saúde;
- Entrega instantânea de tratamentos em situações de emergência para combater patógenos e sintomas biológicos adversos;
- Sensores miniaturizados altamente seletivos para ameaças químicas e biológicas.

10) Previsão e modificação exatas do comportamento e intenção humanos

- Modelagem da cognição humana com base no processamento biológico;
- Aplicação de métodos estatísticos à modelagem do comportamento e à previsão do comportamento;
- Utilização da sociologia aplicada em múltiplas disciplinas científicas;
- Combinação de neurociência e psiquiatria para imagiologia cerebral e cartografia funcional de alto nível.

11) Modificação do desempenho humano farmacêutico ou biológico

- Uso de drogas para aumento da cognição, desempenho, redução do sono;
- Melhorias farmacêuticas na inteligência, memória, resistência (2030-2060);
- Modificação do comportamento;
- Modificação do DNA para seleção de descendentes com base nas características de desempenho (2030-2060).

12) Restauração/regeneração de partes do corpo humano

- Crescimento da pele, tecido e órgãos em andaimes nanopadronizados;
- Tecidos e órgãos de engenharia biológica cultivados in vivo.

13) Engenharia biológica sintética

- Fabricação e aplicação de produtos químicos sintéticos, como peptídeos bioativos, para atingir receptores celulares específicos e afetar o comportamento humano;

- Desenvolvimentos em genômica (genes) e proteômica (proteínas) para criar organismos sintéticos projetados para realizar tarefas específicas.

14) Modificação genética de organismos biológicos

- Controle de pragas, doenças e melhorias na produção de alimentos;
- Terapias com células estaminais (divisão) para suplantando as abordagens farmacológicas.

15) Modelos ambientais e simulações complexas

- Aplicação da teoria da complexidade à modelação de sistemas biológicos e processos ambientais;
- Concepção de operações eficientes e planeamento urbano;
- Modelagem precisa do clima e do tempo;
- Modelos preditivos e precisos dos efeitos climáticos antropogênicos.

16) Amplas redes de sensores

- 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;
- Ajudado pelo crescimento de sensores incorporados e dispositivos computacionais em bens pessoais.

17) Nanobiologia

- 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).

18) Biofábricas e substratos biológicos

- Fabricação em grande escala de bioquímicos sintéticos;
- Novas descobertas de processos biológicos reprodutíveis e moléculas;
- Aplicação em massa de fotossíntese artificial a células solares orgânicas (folhas artificiais);
- Modificação do DNA de animais e plantas para produzir novos materiais (seda de aranha fiada a partir de leite de cabra);
- Utilização de bichos-da-seda para fiar seda de aranha.

19) Implantes artificiais para melhoramento ou recuperação de funções biológicas, incluindo interfaces cérebro-máquina

- Controlar/imitar funções biológicas de alta ordem através de meios sintéticos;
- Extensões artificiais das capacidades humanas, incluindo a reparação do cérebro (2020-2030);

- Implantes cocleares optoeletrônicos de longa duração e biocompatíveis para melhor desempenho de detecção. Interfaces cérebro-máquina.

20) Integração biomecânica robótica e dispositivos biomiméticos

- Introdução de implantes biomiméticos e conceitos mecânicos de inspiração biológica;
- Controlo remoto de insetos em voo;
- Desenvolvimento de dispositivos bioeletrônicos. E aplicação de robótica biomimética;
- Tomada de decisão autônoma em plataformas robóticas;
- Robôs de serviço inteligentes.

21) Controle integrado da máquina

- Computadores vestíveis para controle de dispositivos;
- Interfaces *hands-free* e dispositivos de entrada (reconhecimento vocal, gestos, detecção óptica) para comunicação de intenção rápida com sistemas autônomos.

22) Interfaces ótica imersivas

- 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.

3.1 A IA e o Ser Humano

Com o decorrer do tempo e a organização da sociedade, a relação do homem com a violência e a guerra passou a se tornar mais complexa e paradoxal. Com o auxílio do sistema legal, condena-se o uso da força, entretanto, os meios culturais continuam difundindo os instrumentos da violência. Aparentemente, o ser humano é atraído pela agressividade e pela guerra, embora tenha tido relativo sucesso no controle desta última. Nesse sentido, Harari (2016) apresenta dados mostrando que a guerra não mata mais tanto quanto matava no passado, correspondendo a cerca de 1% das mortes no início do século XXI (HARARI, 2016, p. 24).

Santo Agostinho enxergava a guerra como uma extensão do ato de governar, fazendo com que nem todas as guerras fossem moralmente justificadas. Nesse contexto surgiu a chamada Teoria da Guerra Justa, ainda hoje largamente aceita e utilizada pela academia,

militares estadunidenses e igreja católica para regular a condução da guerra (ASARO, 2013, p. 613).

Pode ser chamado de Direito Humanitário, tendo em vista que busca a justiça na guerra. A partir das duas categorias originais, convencionou-se estabelecer critérios que permitissem a justificação da guerra. No entanto, tais critérios não são unanimemente aceitos pela comunidade de estudiosos e pesquisadores, existindo algumas divergências de posicionamento.

Os principais deles são:

- (i) causa justa ou adequada, consistindo nas razões para ir à guerra, estando excluído o desejo de causar dano, a crueldade, a selvageria, o orgulho da dominação, entre outros;
- (ii) autoridade adequada ou legítima, sendo necessária uma autoridade competente para declarar a guerra;
- (iii) possibilidade razoável de sucesso, uma vez que a vida humana é preciosa para ser descartada inutilmente em uma guerra;
- (iv) proporcionalidade, onde as autoridades devem observar se o dano causado pela resposta não excede aos danos da agressão, limitando o uso excessivo da força.

Nesse rol pode-se ainda incluir:

- (i) a preocupação com os não-combatentes;
- (ii) a intenção justa de reestabelecer a paz,
- (iii) o uso da força como último recurso, sendo utilizada após a tomada de medidas diplomáticas e econômicas;
- (iv) a necessidade de respeitar as convenções de guerra e tratados internacionais.

No entanto, a interferência humana no conflito tende a permanecer por algum tempo ainda, principalmente em casos complexos que envolvem contradições e ambiguidades morais.

Nesse aspecto, uma ética da guerra justa deveria ser observada, estando ou não codificada nos regramentos legais e até mesmo considerando que do ponto de vista prático nem sempre tais normas – codificadas ou não – são compulsórias, tendo em vista a natureza dos tratados. Do ponto de vista legal, observa-se que parece possível criar uma base moral para o controle de armas, bem como limitar seu desenvolvimento e uso de certas tecnologias, mesmo havendo necessidade de mais pesquisas futuras, como aponta Asaro (2013).

É comum que os avanços tecnológicos caminhem mais rápido que a legislação, entretanto, tecnologias revolucionárias demandam regras, seja no âmbito nacional ou internacional. A demanda por criação de leis e políticas públicas perpassa não só a necessidade de regular o uso como também o desenvolvimento dessas tecnologias, principalmente aquelas com poder letal. Nesse sentido, destaca-se que tais políticas devem envolver os diversos setores da sociedade e governo.

Alguns dos desafios legais, dentre eles pode-se citar:

- (i) a violação de soberania;
- (ii) o uso excessivo da força, uma vez que os riscos e custos são reduzidos para os operadores;
- (iii) os obstáculos que sistemas crescentemente e plenamente autônomos enfrentam na distinção entre civis e combatentes.

No caso deste último, uma vez que a distinção não seja respeitada, princípios dos Direitos Humanos e do Direito da Guerra seriam desrespeitados. Nesse caso, não só o princípio da distinção, como também, possivelmente, estaria em risco os critérios da proporcionalidade e equidade moral. Porém, outras questões associadas se apresentam.

A pesquisa, de certa forma, volta-se mais para a discussão da matéria nos EUA, visto que se evoca as leis constitucionais (particularmente, a 4ª Emenda) e jurisprudências deste país. Nesse sentido, interessante comentar a construção jurisprudencial que permite que, em

nome do *law enforcement*, vigie-se individuais em espaços públicos e propriedades privadas a partir de espaços públicos. No caso de *drones*, há que se distinguir, então, o uso público e privado, uma vez que o uso civil desta tecnologia está cada vez mais presente na vida cotidiana. Embora não foque exatamente no âmbito internacional, Asaro & Cooper (2014, p. 9) destacam a possível pluralidade de regulações que pode dominar o cenário nacional e internacional devido as diferentes jurisdições. A investigação proposta, assim, indica que diversas formas de regulação e requerimentos por transparência poderiam ser impostas (ASARO; COOPER, 2014, p. 10).

Ainda considerando o aspecto legal, cabe salientar que tanto plataformas remotamente controladas quanto sistemas plenamente autônomos devem obedecer aos regramentos definidos pelo Direito Internacional Humanitário e as diretrizes do Direito Internacional dos Direitos Humanos. Trata-se de um ponto comum nas discussões entre representantes governamentais. Assim, no mesmo sentido seria o caso de questionar a eficiência da criação de um princípio dentro do quadro normativo internacional que visasse atender especificamente a regulação de *drones* e sistemas autônomos. Tal iniciativa poderia ser mais proveitosa do que a emissão de declarações conjuntas ou a negociação de tratados de controle de armas de forma bilateral ou multilateral. No mais, atenta-se que não há proibições de desenvolvimento e uso de LAWS no sistema internacional, assim como não há regramentos ou princípios específicos a serem observados, sendo necessário alcançar algum consenso para a confecção de novas diretrizes internacionais sobre o tema.

Contudo, o consenso em relação a criação de regramentos internacionais representa uma dificuldade. A “anarquia” do sistema internacional não colabora para a formulação de leis claras, precisas, eficientes e eficazes, uma vez que estão presentes na mesa de negociação diversos países com inúmeros interesses diferentes. Como apresentado neste trabalho, alguns

avanços foram possíveis, mas ainda insuficientes. Nesse sentido, considerando o contexto histórico no qual essas tecnologias surgiram, caberia refletir sobre o papel de liderança, principalmente, dos EUA, haja vista ser o país em que a tecnologia ganhou maior destaque e cujo emprego em operações militares são alvos de acalorados debates. Ademais, seria interessante analisar o crescente protagonismo da China ao considerar o esforço daquela nação para o desenvolvimento de sistemas militares baseados em IA.

Além dos aspectos jurídicos, parte da documentação analisada volta-se para a demanda pela construção de *ethical guidelines*. Questiona-se qual o melhor caminho a ser seguido: limitar o desenvolvimento e uso de tecnologias crescentemente autônomas ou bani-las? O banimento, neste caso, poderia ser parcial ou total e se referiria especialmente aos sistemas plenamente autônomos com capacidade de decisão sem interferência humana. Diversos países já se pronunciaram a favor do banimento, dado aos perigos que esta tecnologia representa. No entanto, caberia analisar, nesta situação, como o banimento seria realizado, considerando as dificuldades que se tem de determinar e fazer cumprir normas internacionais, seja no âmbito militar ou civil. Também deveria ser avaliado o impacto do banimento, visto que há desdobramentos da tecnologia militar para o âmbito civil, de forma que proibir o desenvolvimento se torna praticamente impossível, sendo uma possível solução regular o uso, principalmente, militar.

Dessa forma, em ambos os casos, o debate deve ser cuidadoso, considerando as potenciais implicações éticas, legais, morais, políticas, econômicas, sociais e militares que tais sistemas podem trazer, principalmente, quando levantados os perigos à proteção da vida humana, sendo imperativo a confecção de mecanismos de transparência.

4 A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E NORMAS ESTRUTURANTES

Diante da evolução de montagem de uma estruturação de políticas voltadas para a defesa nacional, aos moldes do que vem ocorrendo em países mais desenvolvidos, no Brasil vários documentos estão sendo elaborados para trilhar esse caminho. Dentre esses documentos, podem-se citar a Política Nacional de Defesa (PND) e a Estratégia Nacional de Defesa (END).

Para atender essa abordagem, esse capítulo está estruturado em duas seções. A primeira traz um resumo do contido na PND. A segunda seção traz o contido na END.

4.1 A Inteligência Artificial nas Normas do Governo Brasileiro

Tendo sido aprovada em 1996, a Política de Defesa Nacional, configurou-se na primeira iniciativa para orientar os esforços de toda a sociedade brasileira no sentido de reunir capacidades em nível nacional, para desenvolver as condições de garantia da soberania do País, sua integridade e a consecução dos objetivos nacionais. O documento foi atualizado em 2005, a Política foi complementada pela END, passando por nova atualização em 2012, então com a denominação de Política Nacional de Defesa – PND. Enquanto a primeira apresentava o posicionamento do País em relação à sua defesa e estabelecia os Objetivos Nacionais de Defesa – OND, a Estratégia orientava todos os segmentos do Estado brasileiro quanto às medidas a serem implementadas para se atingirem os objetivos estabelecidos.

A PND é o documento de mais alto nível do País em questões de Defesa, baseado nos princípios constitucionais e alinhado às aspirações e aos Objetivos Nacionais Fundamentais, que consolida os posicionamentos do Estado brasileiro e estabelece os objetivos mais elevados nesse tema.

Um dos seus Objetivos significa manter e estimular a pesquisa e buscar o

desenvolvimento de tecnologias autóctones, sobretudo no que se refere a tecnologias críticas, bem como o intercâmbio com outras nações detentoras de conhecimentos de interesse do País. Refere-se, adicionalmente, à qualificação do capital humano, assim como ao desenvolvimento da Base Industrial de Defesa e de produtos de emprego dual (civil e militar), além da geração de empregos e renda.

4.2 A Inteligência Artificial na Normas da Marinha do Brasil

O documento é fundamentado no estabelecido na Política Nacional de Defesa e alicerçado pelos objetivos de mais elevada importância no campo da defesa, a END define, de forma clara e objetiva, as estratégias que deverão nortear a sociedade brasileira nas ações de defesa da Pátria. Trata das bases sobre as quais deve estar estruturada a defesa do País, assim como indica as articulações que deverão ser conduzidas, no âmbito de todas as instâncias dos três poderes e a interação entre os diversos escalões condutores dessas ações com os segmentos não-governamentais do País.

Um dos pontos principais da END é a orientação dos gastos em Defesa para a indústria nacional, pretendendo-se investir em conhecimento científico e na produção no país de produtos militares. São vários os benefícios que as ações decorrentes podem gerar para a economia brasileira, entre eles: aumento da renda interna; geração de empregos, em particular os mais qualificados; geração de receitas tributárias; conhecimento tecnológico; e transferência das aplicações dos produtos gerados, entre os meios militar e civil (END, 2016).

Silva (2009) ressalta que para o setor público, as receitas no orçamento são originárias, principalmente, de tributos cobrados da sociedade e que, quanto maior a renda,

maior a arrecadação. Com relação às despesas públicas, entre elas às relacionadas a categoria de investimentos no setor de Defesa, o autor enfatiza que

Para gasto público com investimento, quase sempre a ligação mais forte é com a própria execução orçamentária, na medida em que se costumam ser postergados ao máximo sempre que as contas públicas acusam déficits elevados (SILVA, 2009).

Pela END pretende-se reestruturar o desenvolvimento e a fabricação de material militar no Brasil. A meta é alcançar pela indústria nacional o atendimento às necessidades do setor de defesa e contribuir para o desenvolvimento econômico e tecnológico brasileiro. Um óbice a ser superado é que o setor de defesa é sensível aos recursos provenientes do orçamento federal, e enfrenta constantes contingenciamentos (END, 2008).

Embora o Brasil não enfrente guerras com outros países, ocorre a necessidade de dissuasão de possíveis ameaças, proteção das fronteiras e a participação em operações de paz patrocinadas pela ONU, tais como no Haiti e no Líbano, com a participação de navios brasileiros, e como ocorreu, em passado recente, em participações em Moçambique e Angola.

Este capítulo tem por finalidade analisar as normas dos documentos condicionantes tais como a PND, o EMA-300 (PEM), a Política Naval, e o EMA-415²¹, para que, à luz destes documentos, seja possível identificar as estratégias e diretrizes concernentes ao emprego na MB.

Cumpra esclarecer que aqui entende-se norma como um conjunto de regras ou diretrizes que regulam atividades e condutas e que, portanto, devem ser respeitadas.

O Brasil é um país com dimensões continentais, fato comprovado por várias comparações com sua área de 8,5 milhões de km², seu litoral possui mais de 7.000 km e,

²¹ EMA-415 – Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha do Brasil (BRASIL, 2017).

considerando-se todos os recortes geográficos pode chegar a 9.200 km e as fronteiras secas ultrapassam os 15.000 km. Nossa Amazônia Azul, possui cerca de 3,6 milhões de km² em sua Zona Econômica Exclusiva (ZEE) poderá ser ampliada para 5,7 milhões de km² com a aprovação do pleito do Estudo do Limite Exterior da Plataforma Continental Brasileira (GONÇALVES e GRANZIERA, 2012). Com esse cenário, a MB ao receber a responsabilidade de salvaguardar as AJB e por conseguinte o entorno estratégico, como contido no EMA-300 - Plano Estratégico da Marinha (PEM), foi posicionada diante de uma tarefa que exigirá um aporte de meios navais dos mais variados tipos.

Tal espaço oceânico é fonte de recursos naturais dos mais variados tipos, vivos ou não-vivos, quais sejam pesca comercial, hidrocarbonetos, minérios, jazidas de lantanídeos do tipo das terras raras, entre outros, além da exploração do mar para geração de energia renovável. Essa abundância e diversidade estão contidas dentro do entorno estratégico brasileiro, isto é, América do Sul, Atlântico Sul, Costa Ocidental da África, chegando até a Antártica (BRASIL, 2018a).

Para explorar todos esses recursos disponíveis, é de suma importância o desenvolvimento tecnológico em várias áreas, como por exemplo: comunicações, sensores acústicos, processamento de alimentos, normas de segurança, monitoramento, energia maremotriz, sistemas robóticos submarinos, previsão de clima, pesquisa geológica, microbiologia marinha entre outras (CRUZ JUNIOR, 2012).

Em aula inaugural na ESG em 2018, o Sr. Almirante de Esquadra Ilques Barbosa Junior, atual Comandante da Marinha, tratou da necessidade estratégica da MB se preparar para os desafios tecnológicos cada vez mais presentes no mundo. Na sua aula, referiu-se à valorização, cada vez maior aos dados digitais e ao papel da Inteligência Artificial aplicada à tomada de decisão. Continuou citando a proliferação de novas tecnologias, em velocidade cada vez maior de surgimento, o que provoca uma maior capacitação para serem empregadas pelas

forças militares (BARBOSA JUNIOR, 2019).

Para lidar com esses desafios, a MB necessita estudar as mudanças de forma rigorosa e ao mesmo tempo criativa, escapando das armadilhas de antigos paradigmas. Ao mesmo tempo em que se precisa seguir com os planejamentos do presente para a nossa Força Naval fundamentados nos conhecimentos disponíveis, tem que se criar um fórum em que as análises e discussões sejam o mais livre possível e considerem todas as possibilidades das perspectivas navais. O fato é que faz-se necessária a atualização quanto às possibilidades e tendências dos avanços exponenciais da tecnologia e da engenharia militar-naval, ou seja, realizar exercícios constantes sobre a Guerra Naval do Futuro, gerando *insights* de interesse da MB e de outras instituições relacionadas à defesa.

Nesse sentido, para atender as Marinhas do Amanhã e do Futuro, as necessidades do Poder Naval na Amazônia Azul, o Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha do Brasil enfrenta grandes desafios, além da obtenção continuada de recursos financeiros, de modo a dar prosseguimento aos projetos em desenvolvimento. Reitera-se como mais importante, os recursos humanos da carreira de engenharia para o amplo conhecimento sobre os diferentes ambientes operacionais de interesse da MB. Outro importante desafio é a redução do *gap* tecnológico e a obtenção da independência tecnológica da Marinha e do Brasil em produtos de defesa. O investimento em meios navais atualizados representa buscar a capacidade técnica e gerencial para usar e operar tecnologias existentes. Daí, a necessidade de uma maior participação do setor de ciência, tecnologia e engenharia nos contratos de *offset*, de modo a:

- Manter a capacitação de recursos humanos na área de Propriedade Intelectual (PI);
- Desenvolver tecnologias, notadamente as “Tecnologias-Chave”, que possam contribuir para a soberania tecnológica do País;
- Domínio da Inteligência Tecnológica; e

– Contribuição para a tomada de decisão do Conselho de Ciência e Tecnologia da Marinha (CONCITEM).

Neste importante documento em que constam os Objetivos Navais a serem cumpridos, está que

(...)a Defesa da Pátria inclui a preservação da integridade territorial e a necessidade crescente de proteção dos recursos nas Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB); das linhas de comunicação marítimas; e dos demais objetivos e interesses nacionais, no País e no exterior, nos termos da Constituição Federal e do Direito Internacional.

Nesse sentido, os programas estratégicos da Marinha devem privilegiar o desenvolvimento de uma Base Industrial de Defesa (BID), incluindo sua sustentabilidade no tempo, por meio da desejada regularidade de demanda de serviços, pois com isso, dever-se-á incrementar o emprego de recursos em pesquisa e desenvolvimento, incluindo parcerias com a academia, e a capacidade de atrair e manter os recursos humanos necessários, atribuindo prioridade aos investimentos em ciência, tecnologia e inovação relativos a produtos de defesa de aplicação naval e/ou dual, visando à autonomia tecnológica do País.

Até porque, a área de tecnologia de defesa é altamente sigilosa e nenhum país transferirá voluntariamente conhecimentos tecnológicos sensíveis. A MB tem importante papel na promoção do desenvolvimento tecnológico indispensável à indústria brasileira. O investimento e o incentivo para o desenvolvimento de tecnologias de emprego dual, que possam ser incorporadas à indústria brasileira, contribuirão significativamente para o desenvolvimento nacional.

O domínio da tecnologia do ciclo do combustível e da construção de reatores nucleares, atendendo aos critérios de qualidade para a garantia da segurança nuclear dessas instalações, são grandes contribuições da Marinha ao País, pois o esforço tecnológico realizado tem enorme potencial de expansão para o setor industrial nacional.

A implantação do Sistema de Gerenciamento da Amazônia Azul (SisGAAz) com

especial atenção para duas áreas: a bacia da foz do Rio Amazonas e a faixa que vai de Santos a Vitória, é de especial importância estratégica, porque, na primeira área citada foram descobertas reservas de gás natural, enquanto na segunda estão localizadas os poços de petróleo, principalmente os do pré-sal. O monitoramento destas regiões deverá ser feito com o emprego de satélites, sistemas de radares, sistemas de identificação automática, radiogoniometria entre outros.

Nesse importante documento que trata do Plano Estratégico da Marinha, estão contidas as preocupações da Força para enfrentar os correntes desafios tecnológicos atuais, sendo assim no estabelecimento de prioridades para as atividades de CT&I da MB, aglutinadas em áreas temáticas, correlacionadas com as tecnologias selecionadas para necessidades decorrentes, empregar-se-ão critérios objetivos, inclusive de avaliação de maturidade tecnológica, com a distribuição de recursos financeiros para sua execução. Com relação ao capital humano, a manutenção de profissionais de CT&I em especialidades críticas representa desafio permanente para a MB. Nesse sentido, a Diretoria Geral Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha (DGDNTM) estabelecerá parcerias com a Academia, por meio da produção conjunta de trabalhos científicos de pesquisa; e da proposição de temas para Dissertações de Mestrado e Teses de Doutorado e de Pós-Doutorado de interesse da MB.

Com relação aos avanços tecnológicos, cabe a DGDNTM junto aos demais integrantes da Hélice Tripla²², prospectar e avaliar tecnologias emergentes e portadoras de futuro, de interesse da MB. Da mesma forma, garantirá a proteção e preservação do acervo de informações e de conhecimento científico-tecnológico de interesse para o setor.

Com base no contido no EMA-300 (2017), o documento EMA-415 (2017a) trata especificamente da área de CT&I da MB, com seus atores, parceiros, clientes e executores.

²² Conceito criado por Etzkowitz e Zhou em 2007 significando o entrosamento entre governo, indústria e academia (universidades e, centros de estudo e pesquisa).

As Áreas Temáticas de CT&I de interesse da MB são conjuntos de temas de interesse da Força, aos quais estão vinculados programas e projetos de CT&I. Possuem características comuns em sua aplicação pelos Setores Operativo e do Material e das capacidades operacionais a serem obtidas, entre elas, sistemas de C4ISR²³; defesa e segurança cibernéticas; e plataformas navais, aeronavais e de fuzileiros navais.

As Áreas Temáticas de CT&I são definidas pela DGDNTM, em conjunto com os Setores Operativo e do Material, refletindo o imperativo estratégico vigente para a MB. Seu principal propósito é auxiliar os gerentes e gestores no alinhamento e na distribuição de esforços entre os atores que participam direta ou indiretamente na Governança de CT&I da MB (clientes, SCTMB, Governo, Academia e Indústria). Sendo assim, o preparo para o futuro da MB, coloca desafios tecnológicos imensos, não só à própria instituição, mas a diversos setores da sociedade, como a indústria e a Academia²⁴.

Posto isto, pode-se entender que será de fundamental importância que os três componentes da Hélice Tripla, estejam em sintonia para o desenvolvimento de uma Base Industrial de Defesa com a qual, não só o Brasil possua o máximo possível de independência tecnológica, face aos instáveis relacionamentos estratégicos entre estados como estímulo à economia e o desenvolvimento acadêmico.

Tais desafio tecnológicos deverão ser prospectados pela Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha do Brasil (SCTMB) de forma a antecipar eventual aparecimento de tecnologias inovadoras, que venham a tornar obsoletos projetos em desenvolvimento para os meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais de longo prazo²⁵ no mínimo, além de mitigar os riscos de investimentos inerentes a tais planejamentos, com vistas

²³ Sistemas de Comando, Controle, Comunicações, Computadores, Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (C4ISR).

²⁴ EMA-415 – Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha do Brasil (BRASIL, 2017).

²⁵ Longo prazo corresponde a faixa de 3 a 5 Planos Plurianuais (PPA), que por sua vez, é o Planejamento Orçamentário da Marinha para um período de 4 anos (BRASIL, 2017).

a atender às Marinhas do Amanhã e do Futuro.

O SCTMB deverá ser um sistema que possa atender às necessidades tecnológicas, por meio de recursos humanos adequadamente capacitados de forma a reduzir cada vez mais a dependência externa de tais tecnologias. Entretanto, no detalhamento de suas áreas de pesquisa, o EMA-415 tão somente vislumbra a aplicabilidade da IA em realidade virtual e realidade aumentada e a utilização de *drones*²⁶ com o intuito de realizar filmagens para exibição de vídeos instrucionais.

Dessa forma é importante que a MB planeje revisar sua estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação (CT&I) de forma a adequar a implantação da IA para que esta ferramenta tenha seu potencial devidamente utilizado no apoio aos meios Navais, Aeronavais e dos Fuzileiros Navais.

²⁶ Denominação comum para uma Aeronave Remotamente Tripulada (ART). (nota do autor)

5 EMPREGO DE IA NA MARINHA DO BRASIL

No que tange ao desenvolvimento da robótica militar, há duas correntes de pensamento. A primeira escola entende que os robôs funcionam como extensões do ser humano no teatro de operações, enquanto a segunda vertente coloca os robôs autônomos em um nível acima, onde não há necessidade de supervisão humana. No primeiro caso, as máquinas atuariam em conjunto com soldados nos cenários de conflito, bem como estariam sob a supervisão dos últimos. Na segunda situação, as máquinas seriam dotadas de autonomia suficiente para transformá-las em soldados que substituiriam os seres humanos no teatro de operações, sendo necessário, para tanto, que a autonomia seja tecnicamente viável. Atualmente, prevalece o primeiro entendimento, havendo resistência na expansão dos sistemas não tripulados, visto os potenciais desafios que eles representam.

O Brasil, por sua vez, adotou conceitos similares aos difundidos pelas potências militares. O termo *drone*, por exemplo, foi conceituado conforme as publicações estadunidenses (THE ECONOMIST, 2011), enquanto o VANT foi definido como “veículo aéreo, sem operador a bordo, com asas fixas ou rotativas, que dispõe de propulsão própria, podendo ser pilotado remotamente ou dotado de um sistema autônomo de navegação” (BRASIL, 2015, p. 278). No entanto, recentemente, um novo termo tem sido utilizado para se referir ao VANT: aeronaves remotamente pilotadas. Para fins desta dissertação, emprega-se o termo plataformas remotamente operáveis, plataformas remotamente pilotadas ou simplesmente *drones* quando houver referência a esses sistemas de forma geral. Entende-se que o *drone* é uma tecnologia a ser empregada também em outros ambientes que não o aéreo, por isso seria mais adequado utilizar o termo plataformas.

Destaca-se que os UAVs podem ser empregados em diversos propósitos, sejam militares ou civis. Essas máquinas foram desenvolvidas para serem utilizadas, principalmente em operações que envolvessem riscos aos seres humanos. Porém, dada a proliferação de seu

uso, hoje são empregadas para fins militares, civis, recreativos, comerciais, de pesquisa, entre outros. O emprego de *drones* engloba cobertura de eventos, festas e casamentos, filmagens cinematográficas, fotografia, como também, resgate em locais de difícil acesso, monitoramento de pessoas e áreas de risco, levantamento geográfico, além de estarem presentes na agricultura, seja na irrigação ou na identificação de pragas.

Nesse sentido, o primeiro ponto a ser destacado é em relação à soberania e as ameaças que a robótica traz a um dos princípios considerados como o mais importante do Estado-Nação. O perigo revela-se a partir do emprego intencional ou acidental dessas tecnologias visando o conflito, bem como também se apresenta na possibilidade de que a guerra possa ser facilmente aceita à medida que o país detém a tecnologia e ela se apresenta viável do ponto de vista econômico e operacional.

As exceções à regra são os ataques preventivos contra uma ameaça de agressão iminente e as intervenções humanitárias. Para fins do presente estudo, foca-se nos ataques preventivos, uma vez que tal exceção permite o emprego da força antes da ocorrência de um ataque. Tal permissão depende da capacidade de coletar evidências que comprovem que o país inimigo fará um ataque armado. No inglês, essa autodefesa denomina-se *preemptive*, havendo ainda a autodefesa *preventive*, na qual se emprega a força para combater as ameaças não iminentes, sendo esta segunda ilegal de acordo com o direito internacional.

Os primeiros passos foram dados com a instalação do Grupo Executivo de Aeronaves Remotamente Pilotadas²⁷, anunciado pelo Contra-Almirante André Novis Montenegro por ocasião do aniversário da Aviação Naval neste ano. No Centro de Análise de Sistemas Navais (CASNAV), está sendo utilizado a IA para treinamento em simulador de navegação.

²⁷ Bono especial nº 712 de 23 de agosto de 2019.

6 ESTRUTURAÇÃO DA BID PARA ATENDER A IA

Na atualidade, o comércio de material de defesa é dominado por países desenvolvidos, com destaque para os EUA, que mantêm a supremacia mundial (SIPRI, 2013). Diante disso, a situação dos países no mundo globalizado, onde o Brasil por meio de um planejamento estratégico nacional tem criado condições para uma nova estruturação da BID nacional, passa por questões de vencer os entraves provocados pela concorrência dos países líderes no setor. Outro óbice para o desenvolvimento do setor de defesa no Brasil são os constantes contingenciamentos que atingem a parcela de investimentos do orçamento da Defesa.

Entre 1989 e 1996, o gasto militar mundial reduziu-se a um terço em termos reais. No plano estritamente militar, verificava-se que o cenário de conflito não mais demandava grandes arsenais de armas tradicionais, e sim novos e inovadores sistemas de armas capazes de rápida mobilização e deslocamento, e extrema precisão. Além disso, novas práticas comerciais passaram a ser utilizadas no âmbito dos grandes produtores de armas. Incorporações, fusões, acordos de compartilhamento de risco, alianças estratégicas (*consórcios, joint ventures* etc), passaram a ser adotadas para enfrentar os novos desafios. A dimensão da mudança ocorrida na indústria de defesa norte-americana pôde ser avaliada pelo fato de que das 100 maiores empresas existentes em 1990, 28 haviam abandonado o mercado até 1998; e aquelas que sobraram se mantiveram devido a um intenso processo de fusão. Outra estimativa indicou que no mesmo período o número de empresas independentes de primeiro nível (*prime contractors*) caiu de 20 para apenas quatro (HAYWARD, 2001).

Mankiw (2009) ressaltou que a defesa do país contra agressores externos é um exemplo clássico de bem público, este sendo um dos mais importantes, e não se pode impedir o povo de ser beneficiado com o mesmo. Quando se defende o país, não é possível impedir o benefício desta proteção. Além disso, quando uma pessoa se beneficia da defesa nacional não

diminui o benefício de qualquer outra. O autor observou que, acompanhando as tensões internacionais e o clima político, a despesa com defesa varia ao longo do tempo. Ainda segundo o autor, ao decidir por um bem público o governo pode pagá-lo com os impostos. Os recursos da defesa implicam em um peso morto, pois são oriundos de tributação, porém é o preço que se paga por uma sociedade civilizada, pois, sem esses recursos distribuídos pelo orçamento, uma nação não teria como se organizar e o governo não proporcionaria serviços e, dentre eles, a defesa nacional. O bem privado, por sua vez, é regulado pelo mercado: os compradores revelam o valor que aceitam pagar e o vendedor revela o custo e o preço que aceita receber.

Conforme apresentado pelo boletim de junho de 2013 do Departamento da Indústria da Defesa (Comdefesa) da FIESP, a defesa nacional é um bem público, com um mercado restrito devido às suas especificidades, o que faz com que os países desenvolvam políticas de fomento industrial e tecnológico, voltadas exclusivamente à indústria de defesa, uma vez que o interesse em estruturar e manter a indústria forte envolve desde questões técnicas, econômicas até geopolíticas.

Mankiw (2009) observou que, quando a transação entre um comprador e um vendedor afeta uma terceira parte, este efeito é denominado externalidade. As externalidades são positivas e geram transferências tecnológicas (transbordamentos), quando tais tecnologias beneficiam não apenas a empresa envolvida, mas também a sociedade como um todo.

Miranda (2008) encontrou importantes contribuições para o entendimento do transbordamento da Indústria de Defesa em outros setores econômicos. Observou que na análise dos processos americanos de compras públicas para o setor identificou-se a representação de importante parcela nacional. Abordou informações contidas, entre outras fontes, na *Federal Acquisition Regulation* (FAR) que consolida as políticas e os procedimentos administrativos aplicados nas compras e contratações de diversos órgãos, entre eles os militares. Segundo a autora, o principal instrumento da política de compras públicas americana é determinar a

preferência aos bens de produção doméstica nas suas aquisições. Em outras palavras, os países desenvolvidos priorizam as encomendas públicas militares de novas tecnologias e produtos, devido aos efeitos de *spin offs* que têm estas encomendas para outras aplicações e setores produtivos. A indústria, geralmente, absorve os conhecimentos gerados por estes esforços tecnológicos e os transfere para outros produtos e processos de aplicações civis. Essa estratégia de compras é uma forma dos governos subsidiarem os custos de P&D do segmento civil.

Depreende-se que o comércio de produtos de defesa é restrito e regulado, com países desenvolvendo políticas tecnológicas e industriais voltadas para fortalecer a BID, e com as compras governamentais se pautando, por questões técnicas e econômicas, mas também por interesses geopolíticos. Assim, o estudo de competitividade e do aprendizado tecnológico da BID deve ser acompanhado pelo estudo das instituições que regem tal mercado, pelos contornos geopolíticos nos quais o país está inserido e, em última instância, pela sua estratégia nacional de defesa (ABDI, 2010).

6.1 A Estruturação da BID dos EUA

A estruturação da estratégia americana para a sua BID foi fortalecida em 1947, com assinatura da Lei de Segurança Nacional (*National Security Act*) americana, que estabeleceu um comando militar unificado conhecido como o “Estabelecimento Militar Nacional”. O ato colocou esse comando unificado sob o controle de um único Secretário da Defesa. Em 1949, O “Estabelecimento Militar Nacional” passou a se chamar “Departamento de Defesa”, em uma emenda à lei original de 1947²⁸.

O Departamento de Defesa é o departamento executivo dos Estados Unidos

²⁸ www.defense.gov/about/#history, 2014

encarregado de coordenar e supervisionar todas as agências e funções do governo envolvidos diretamente com a segurança nacional e as forças armadas americanas. O Departamento também é o maior empregador do mundo, com total de pouco mais de 3,2 milhões de pessoas²⁹.

Os americanos e outros países desenvolvidos priorizam as encomendas públicas militares de novas tecnologias e produtos em empresas nacionais, devido aos efeitos de *spin offs* que resultam destes produtos para outras aplicações e setores produtivos. Esta estratégia de compras é uma forma dos governos subsidiarem os custos de P&D do segmento civil. A indústria absorve os conhecimentos, gerados por estes esforços tecnológicos e os transfere para outros produtos e processos de aplicações civis.

Por meio do processo denominado de globalização (HAYWARD, 2001 e REPPY, 2000) ou transnacionalização (MARKUSEN, 2000), que é liderado pelos EUA, levou-se a um aumento da dependência em termos tecnológicos e produtivos dos demais países. Situação que pode ser avaliada pelas seguintes informações (NEUMAN, 2006 apud DAGNINO, 2008):

- (a) somente 4% (7 bilhões de dólares) das compras efetuadas pelo Pentágono no ano fiscal de 2002 (171 bilhões de dólares) foi efetuada no estrangeiro e, destas, menos de 1% corresponderam a material de defesa;
- (b) o gasto em P&D norte-americano é superior 4 vezes ao da Europa;
- (c) o volume de recursos dedicado à aquisição de material de defesa nacional pelo governo norte-americano é tão elevado que o total das exportações representa apenas 20% do que é adquirido pelas forças armadas;
- (d) o valor da importação de material de defesa pelos EUA é menor do que a vigésima parte (5%) do valor das exportações.

Até os maiores produtores europeus de sistemas de armas importam 3 a 14 vezes mais

²⁹ www.defense.gov/about/#history, 2014

equipamentos de defesa que os EUA como uma percentagem das suas exportações: Grã-Bretanha (50%), França (28%), Alemanha (68%), e Rússia (16%) (NEUMAN, 2006 *apud* DAGNINO, 2008).

Em Miranda (2008), enfatizou-se o padrão das compras públicas americanas, que está registrado pela tabela 2, em que está apresentada a participação em 2005 das empresas americanas no fornecimento de bens e serviços ao governo americano. Nota-se que, apesar das mudanças pós-guerra fria, os recursos gastos em defesa predominam, representando cerca de 70% dos contratos federais. Nota-se, também, que a participação de pequenas empresas alcança 81,5% nas compras do departamento de Defesa.

DEPARTAMENTO DE DEFESA		OUTROS DEPARTAMENTOS	TOTAL
268.425.647.938,00 (70,94%)		109.962.650.603,00 (29,06%)	378.388.298.541,00
PEQUENAS EMPRESAS	OUTRAS EMPRESAS		
218.970.654.489,00 (81,58%)	49.454.993.449,00 (18,42%)		

Tabela 2 – Participação dos Gastos em Defesa nos EUA em 2005 (US\$)
Fonte: *Federal Procurement Data System* (2014)

6.2 A Estruturação da BID do BRASIL

Nesta seção discute-se a reestruturação da indústria de Defesa brasileira, o crescimento econômico decorrente e o transbordamento da aplicação dos produtos desenvolvidos para o setor de Defesa em aplicações no setor civil. A estruturação da seção está distribuída por seis subseções. A primeira subseção trata da criação do Ministério da Defesa (MD) e da promulgação da END.

Nesta subseção apresenta-se um histórico da criação do MD e da promulgação da

END em 2008. Procura-se traçar um paralelo com a criação do Departamento de Defesa americano (seção 4.1) e com o Complexo Militar Industrial Acadêmico (CMIA) (seção 4.1.1). A promulgação da END trouxe incentivo à escolha da margem para os investimentos no setor de Defesa.

Após o término da II Guerra Mundial e no início da Guerra Fria, os países se dividiram entre o alinhamento com os norte-americanos ou com a União Soviética. O Brasil, aliado dos EUA, seguiu a esfera de influência americana e celebrou o Acordo Militar Brasil-EUA (1952 a 1975) que forneceu, durante sua vigência, material militar, enfraquecendo ou inviabilizando o crescimento da indústria bélica nacional. Com o término do acordo e a contribuição de outros fatores, deu-se o crescimento da indústria militar e o Brasil assumiu a posição de 8º exportador mundial no fim da década de 80, refletindo o apogeu da indústria de defesa (ABDI, 2010).

A Constituição brasileira de 1946 citava a criação de um Ministério único para as Forças Armadas, mas o processo de integração das forças à época resultou apenas na instituição do Estado-Maior das Forças Armadas³⁰.

Em 1999, foi criado o Ministério da Defesa (MD) visando a otimização do sistema de Defesa Nacional, formalização de uma política de Defesa sustentável e integração das três Forças, racionalizando as suas diversas atividades. Vários países já haviam realizado este tipo de modernização centralizadora do comando das Forças Armadas, como os EUA e a maior parte dos países da Europa³¹.

Após a criação do MD, foi promulgada em 2008 a Estratégia Nacional de Defesa (END) que incluiu o fomento da indústria de armas entre suas metas, priorizando a compra de produtos nacionais para as Forças Armadas e comprometendo-se com incentivos à exportação.

³⁰ www.senado.gov.br/noticias/jornal/emdiscussao/defesa-nacional.aspx, 2013

³¹ www.senado.gov.br/noticias/jornal/emdiscussao/defesa-nacional.aspx, 2013

A END explicita que

“O Estado ajudará a conquistar clientela estrangeira para a indústria nacional de material de defesa, e acrescenta: A consolidação da União de Nações Sul-Americanas poderá atenuar a tensão entre o requisito da independência em produção de defesa e a necessidade de compensar custo com escala, possibilitando o desenvolvimento da produção de defesa em conjunto com outros países da região” (END, 2008).

Entre os setores com maiores demandas e que são decisivos para a Defesa Nacional temos: o cibernético, o espacial e o nuclear. O compromisso brasileiro é com o uso estritamente pacífico da energia nuclear, garantido pela Constituição Federal e pela adesão ao tratado de não proliferação de armas nucleares, porém, existe a necessidade estratégica de desenvolver e dominar essa tecnologia, para o Brasil garantir o equilíbrio e a versatilidade da sua matriz energética e avançar em áreas, como agricultura e saúde, que podem se beneficiar da tecnologia da energia nuclear.

Está sendo montado um regime jurídico, regulatório e tributário para as compras públicas nacionais, a exemplo do que foi feito nos Estados Unidos. A contrapartida a tal regime especial deverá ser o poder estratégico do Estado Brasileiro sobre as empresas, garantido por um conjunto de instrumentos de direito.

A Constituição Federal Brasileira de 1988, em seu artigo 218, estabelece que: “O Estado promoverá e incentivará o desenvolvimento científico, a pesquisa e a capacitação tecnológicas”.

A pesquisa tecnológica destinar-se-á, principalmente, para a solução dos problemas brasileiros e para o desenvolvimento do sistema produtivo nacional e regional. No artigo 219 está estabelecida a linha de pensamento, expressando que o mercado interno integra o patrimônio nacional e será incentivado de modo a viabilizar o desenvolvimento cultural e sócio econômico, o bem-estar da população e a autonomia tecnológica do País, nos termos de lei federal (CFB, 1988, art 219).

No entanto, se faz necessária a continuada busca de uma regulamentação específica que torne o mercado nacional mais atraente para investimentos privados, pois o mercado militar, atualmente, é baseado em recursos provenientes de programas de governo. A alteração da legislação brasileira que tem vindo atender a solução nacional para o setor Defesa é fator primordial para o sucesso da END, haja vista a severa concorrência realizada por empresas estrangeiras neste mercado nacional. Deve-se incentivar a compra de material fabricado no Brasil ou de produtos que utilizem insumos nacionais ou tenham inovação desenvolvida no país.

Com a edição do Decreto nº 7970, de 28/03/2013, foram regulamentados os dispositivos da Lei 12.598/2012 (Figura 3), marco legal para as compras, as contratações e o desenvolvimento de produtos e sistemas de defesa no país.



Figura 8 – Lei de Incentivo à Indústria de Defesa
Fonte: Ministério da Defesa (2013)

A Lei 12.598 além de instituir um marco regulatório para o setor de Defesa diminuiu o custo de produção de companhias legalmente classificadas como estratégicas e estabelece

incentivos ao desenvolvimento de tecnologias indispensáveis ao Brasil.

Em um mundo em constantes transformações, em que 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 crítico de sucesso. 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.).

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante que avanços tecnológicos caminhem junto de discussões no campo das humanidades, especialmente no que concerne ao desenvolvimento de tecnologias com aplicação militar. Isso ocorre porque, hoje, a humanidade presencia um período no qual novas tecnologias potencialmente disruptivas podem surgir, alterando, não a essência do conflito armado que permanece tendo o elemento político, mas o *modus operandi*, o que demanda a construção de leis internacionais.

Esse é o cenário no qual se inclui os sistemas crescentemente autônomos. O surgimento das plataformas remotamente operáveis já colocou em discussão as diretrizes estabelecidas pelo Direito Internacional Humanitário, de forma que se coloca em evidência a necessidade de criação de normas domésticas e internacionais para tratar a temática. A demanda por regulação atinge tanto o setor militar, quanto o civil, uma vez que, à medida que essas tecnologias se propagam, tende a crescer o desejo por uma regulação que garanta a segurança de operações e a proteção do espaço aéreo enquanto bem público e território soberano.

Neste trabalho é apresentada uma das novas tecnologias que vêm surgindo no início do século XXI, a Inteligência Artificial que, por ter um caráter disruptivo, traz a reboque intensas mudanças sociais da mesma forma que outras descobertas já o fizeram em outros anos.

Alguns dos conceitos apresentados, bem como algumas das aplicações mostram que, muito provavelmente está sendo vislumbrado apenas a ponta do *iceberg*, pois a cada dia um novo emprego é pesquisado. Tal fato é reforçado pelo caráter dual que a tecnologia apresenta, seja em qualquer campo de aplicação do conhecimento humano.

Por esses fatos, é determinante uma congregação de esforços pelos principais *players* do conceito da Hélice Tripla, o Governo, a Indústria e a Academia. O primeiro por contribuir com uma parcela dos investimentos necessários, com recursos humanos e pelo seu

interesse nos projetos do setor civil bem como no setor militar. O segundo *player* por participar com o vasto parque tecnológico dos seus participantes, além de ter capacidade de angariar investimentos financeiros de maior porte. E o terceiro por fornecer o cabedal de conhecimentos técnicos, projetos em desenvolvimento e centros de pesquisa.

Por outro lado, o cenário econômico nacional tem levado o Governo a contingenciar os recursos, a Indústria a não arriscar os investimentos e a Academia a reduzir os projetos e pesquisas. Devido a isso, a MB deverá equacionar dentro dos seus planejamentos, programas e projetos, como investir para a consecução das estratégias da Marinha do Amanhã e Marinha do Futuro.

Consequentemente propõe-se que a MB, em face da atual disponibilização de meios e dos projetos estratégicos em andamento, planeje a aquisição de veículos autônomos para os ambientes terrestres, marítimo e aéreo com o respaldo contratual de *Transfer of Technology*³² (ToT), bem como a criação de um centro de pesquisa/desenvolvimento de sistemas de inteligência artificial, para que dessa forma, surja uma doutrina de planejamento no ambiente operacional em que o emprego destes meios sirvam de apoio aos meios Navais, Aeronavais e de Fuzileiros Navais.

Os primeiros passos foram dados com a instalação do Grupo Executivo de Aeronaves Remotamente Pilotadas³³. Este grupo poderá planejar os modelos de ARP's que poderão ser utilizados em um tipo específico de missão. É interessante observar que em função de contratos de *Transfer of Technology*³⁴ (ToT), esta facilidade poderá servir para capacitar pessoal dos centros de pesquisa de forma a desenvolver conhecimento próprio.

A implementação da IA também irá fundamentar melhor a distribuição de pessoal militar, otimizando assim o emprego da mão-de-obra, visto que menos contingente deverá ser

³² *Transfer of Technology* – Transferência de Tecnologia (tradução nossa)

³³ Bono especial nº 712 de 23 de agosto de 2019.

³⁴ *Transfer of Technology* – Transferência de Tecnologia (tradução nossa)

empregado nas missões devido principalmente aos artefatos autônomos.

8 REFERÊNCIAS

ADAMS, Thomas K. *Future warfare and the decline of human decisionmaking*. *Parameters*, winter 2001-02 issue. Disponível em: <<http://indianstrategicknowledgeonline.com/web/Adams.pdf>>. Acesso em 26 de agosto de 2019.

ASARO, Peter. *À quel point une guerre de robot peut-elle être juste?* In: MAZOYER, Sébastien; LESPINOIS, Jérôme de.; GOFFI, Emmanuel; BOUTHERIN, Grégory; PAJON, Christophe (Eds.). *Les drones aériens: passé, present et avenir*. Approach globale. Paris, France: La Documentation Française, Collection Stratégie Aérospatiale, 2013, pp. 613-631. (Translated into French by Emmanuel Goffi)

ASARO, Peter; COOPER, Diana Marina. *Robots, micro-airspaces, and the future of 'public-space'*. WeRobot 2014, University of Miami School of Law, Miami, FL, April 4-5, 2014. Disponível em: <<http://robots.law.miami.edu/2014/wp-content/uploads/2013/06/Asaro-Micro-Airspaces.pdf>>. Acesso em: 15 de abril de 2019.

BOSTROM, Nick. *Superintelligence*. Oxford University Press, 2014. P. 6-7. Disponível em <<https://ia800102.us.archive.org/32/items/359690955357438004BostromNickSuperinteligenciaCompletoPdf/359690955-357438004-Bostrom-Nick-Superinteligencia-Completo-pdf.pdf>>. Acesso em 10 de maio de 2019.

BOURCHARDT, Eliezer. **Inteligência Artificial – Um Pouco da História e Avanços Atuais**. Publicado em 30 de agosto de 2017. Disponível em <<https://medium.com/@eliezerfb/intelig%C3%Aancia-artificial-499fc2c4aa79>>. Acesso em 16 de agosto de 2019.

BRASIL. **Estratégia Nacional de Defesa**, Decreto N° 6.703 de 18 de dezembro de 2008. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 19 dez. 2008. Atualizada pelo Decreto Legislativo n° 179 de 14 dez. 2018 e publicada em 17 de dezembro de 2018.

BRASIL, Marinha do Brasil. **EMA-322 – O Posicionamento da Marinha do Brasil nos Principais Assuntos de Interesse Naval**. Disponível em <<https://www.marinha.mil.br/sites/default/files/ema-322.pdf>>. Aprovado e Publicado em 17 de março de 2017(a). Acessado em 25 de maio de 2019.

BRASIL, Marinha do Brasil. **EMA 415 – Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha do Brasil**. Brasília: MB, 2017.

BRASIL, Marinha do Brasil. **EMA – 300 - Plano Estratégico da Marinha**, Estado Maior da Armada. 2019, no prelo.

BRASIL. **Política Nacional de Defesa**, Decreto N° 5.484 de 30 de junho de 2005. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 01 jul. 2005. Atualizada pelo Decreto Legislativo n° 179 de 14 dez. 2018 e publicada em 17 de dezembro de 2018(a).

BRITO, Luis V. **A Evolução Tecnológica Militar na Era da Informação**. Lisboa: *Revista Militar n° 2496, jan. 2010*. Disponível em <<https://www.revistamilitar.pt/artigo/536>>. Acessado em 13 de junho de 2019.

CHRISTENSEN, Clayton M.; Bower, Joseph L. ***Disruptive Technologies: Catching The Waves***. Publicado em 1995.

CLARKE, Roger. ***Why the World wants Controls Over Artificial Intelligence***. Computer Law and Security Review, 2019. Disponível em <<https://doi.org/10.1016/j.clsr.2019.04.006>>. Acesso em 27 de agosto de 2019.

CLARKE, Roger. ***Big data, big risks***. Inf Syst J 2016a;26(1):77–90. Disponível em <<http://www.rogerclarke.com/EC/BDBR.html>>. Acesso em 27 de agosto de 2019(a).

CRUZ JUNIOR, Ademar Seabra da. **O Atlantico Sul como Nova Fronteira Tecnológica e sua Contribuição para o Desenvolvimento do Brasil**. Fundação de Estudos do Mar, 2012.

DE SPIEGELEIRE, Stephan et al. ***Artificial Intelligence and the Future of Defense: Strategic Implications for small- and medium-sized force providers***. THE HAGUE CENTRE FOR STRATEGICS STUDIES (HCSS). 2017. Disponível em: <<https://hcss.nl/sites/default/files/files/reports/Artificial%20Intelligence%20and%20the%20Future%20of%20Defense.pdf>>. Acesso em 10 de maio de 2019

DAVIS, Zachary S. ***Artificial Intelligence on the Battlefield: An Initial Survey of Potentials Implications for Deterrence, Stability and Strategic Surprise***. 2018. 26p. Texas National Security Review.

ER, Baki. ***Microsoft Presents: Deep Residual Networks***. Disponível em <<https://medium.com/@bakiiii/microsoft-presents-deep-residual-networks-d0ebd3fe5887>>. Publicado em 9 de Agosto de 2016. Acessado em 13 de agosto de 2019.

FISHER, David. ***Morality and war: can war be just in the twenty-first century?*** Oxford: Oxford University Press, 2013.

FRANÇA, Júnia Lessa; VASCONCELLOS, Ana Cristina de. **Manual para normalização de publicações técnico-científicas**. 8.ed. Belo Horizonte: UFMG, 2007. 255p.

GONÇALVES, A.; GRANZIERA, Maria Luiza M. **Amazônia Azul e Governança**. Fundação de Estudos do Mar, 2012.

HARARI, Yuval Noah. ***Homo Deus: Uma breve história do amanhã***. São Paulo: Companhia das Letras, 2016.

HARARI, Yuval Noah. ***Sapiens: Uma breve história da humanidade***. Porto Alegre: L&PM, 2016.

HAYKIN, S. ***Neural Networks, A Comprehensive Foundation 2nd ed***. Prentice Hall, 1999.

HINTON, G. E.; SALAKHUTDINOV, R. R. ***Reducing the Dimensionality of Data with Neural Networks***. Science 313, no. 5786 (July 28, 2006): p. 504-507.

Doi:10.1126/science.1127647. Disponível em:
<<https://www.cs.toronto.edu/~hinton/science.pdf>>. Acesso em 10 de maio de 2019.

HOROWITZ, Michael C. *Artificial Intelligence, International Competition and the Balance of Power*. 2018. 26p. Texas National Security Review.

HOROWITZ et al. *Strategic Competition in an Era of Artificial Intelligence*. July 2018. 27p. CNAS.org.

IENGENHARIA, 2018. Disponível em
<<https://www.institutodeengenharia.org.br/site/2018/10/29/a-historia-da-inteligencia-artificial/>>. Acessado em 27 de agosto de 2019.

IMDB, 2014. *Ex Machina* (título original). Disponível em
<https://www.imdb.com/title/tt0470752/?ref_=nv_sr_5?ref_=nv_sr_5>. Acessado em 27 de agosto de 2019.

IRVINE, James H.; SCHWARZBACH, Sandra. *The top 20 (plus 5) technologies for the world ahead. The Futurist*, p. 16-24, maio-jun. 2011.

KRISHNAN, Armin. *Killer robots: Legality and ethicality of autonomous weapons*. Surrey (England), Burlington (USA): Ashgate e-Book, 2009.

KURZWEIL, Ray. *The Singularity Is Near*. Viking Press, 2005. P.274. Disponível em
<<http://www.grtl.org/Singularity-Is-Near.pdf>>. Acesso em 10 de maio de 2019

MALLI, Nisa; JACOBS, Melinda; VILLENEUVE, Sarah. *Intro to AI for Policymakers: Understanding the Shift*. Brookfield Institute. Publicado em 30 de março de 2018. Disponível em
<<https://brookfieldinstitute.ca/report/intro-to-ai-for-policymakers>>. Acesso em 10 de agosto de 2019.

MCCORDUCK, Pamela. *Machines Who Think – A Personal Inquiry into the History and Prospects of Artificial Intelligence*. 2nd ed. Natick, Massachusetts: A K Peters, Ltd, 2004. 584p. Disponível em:
<https://monoskop.org/images/1/1e/McCorduck_Pamela_Machines_Who_Think_2nd_ed.pdf>. Acesso em 10 de maio de 2019

LEONEL, Jorge S. *Simbolismo e Conexionismo*. Disponível em
<<https://inteligenciaartificialbrasil.wordpress.com/2017/04/27/simbolismo-e-conexionismo/>>. Publicado em 27 de abril de 2017. Acessado em 13 de agosto de 2016.

MCCULLOCH, Warren S.; PITTS, Walter. *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*. Bulletin of Mathematical Biophysics 5 (1943), p. 115-133. Disponível em
<<https://pdfs.semanticscholar.org/5272/8a99829792c3272043842455f3a110e841b1.pdf>>. Acesso em 10 de maio de 2019.

MELLO NETO, A. Disponível em
<<https://www.ime.usp.br/~adao/LOGICAFUZZY2017F.pdf>>. Acessado em 10 de junho de 2019.

MJV TEAM. **O Que É Inovação Disruptiva.** Disponível em <<https://www.mjvinnovation.com/pt-br/blog/o-que-e-inovacao-disruptiva/>>. Acessado em 21 de agosto de 2019.

MOORE, Gordon. *Cramming more 69omponentes onto integrated circuits.* Electronics. Volume 38, Number 8, April 19, 1965. Disponível em: <<http://archive.computerhistory.org/resources/access/text/2017/03/102770822-05-01-acc.pdf>>. Acesso em 10 de maio de 2019.

NICHOLS, G. **Guerra Naval do Futuro: Estudos de Cenários prospectivos da Era Pós-Humana.** Dissertação de Pós-Graduação de Estudos Marítimos da EGN, 2019.

POTT, A. C.; **Tecnologia e Guerra: Implicações e Desafios Decorrentes do Uso de Força por Meio de Sistemas Crescentemente Autônomos.** Dissertação de Pós-Graduação de Estudos Marítimos da EGN, 2019.

PROOF. **A Internet das Coisas.** Disponível em <<https://www.proof.com.br/blog/internet-das-coisas/>>. Acessado em 21 de agosto de 2019.

ROCHA, Gustavo. **Alguns Conceitos de Inteligência Artificial.** Disponível em <<https://gustavorochacom.com.br/2018/06/26/alguns-conceitos-de-inteligencia-artificial/>>. Publicado em 26 de junho de 2018. Acessado em 10 de agosto de 2019.

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 25 de agosto de 2019.

RUMELHART, David E. et al. *Parallel Distributed Processing: Explorations in the Microstructure of Cognition, v. 1: Foundations.* Cambridge, MA, USA: MIT Press, 1986. Disponível em <https://www.researchgate.net/publication/200033859_Parallel_distributed_processing_explorations_in_the_microstructure_of_cognition_Volume_1_Foundations>. Acesso em 10 de maio de 2019.

RUSSELL, Stuart J. *Defining Intelligence.* EDGE, February 7, 2017. Disponível em <https://www.edge.org/conversation/stuart_russell-defining-intelligence>. Acesso em 10 de maio de 2019.

RUSSELL, Stuart J.; NORVIG, Peter. *Artificial Intelligence: A Modern Approach.* Prentice Hall, 1995 p. 8-15. Disponível em <<https://www.cin.ufpe.br/~tfl2/artificial-intelligence-modern-approach.9780131038059.25368.pdf>>. Acesso em 10 de maio de 2019.

SANTANA, Marlesson. **Deep Learning: Do Conceito às Aplicações.** Disponível em <<https://medium.com/data-hackers/deep-learning-do-conceito-%C3%A0s-aplica-%C3%A7%C3%B5es-e8e91a7c7eaf>>. Publicado em 19 de junho de 2018. Acesso em 13 agosto de 2019.

SCIENCE FOR THE PEOPLE. **Toys against the People, or Remote Warfare.** *Science for the People Magazine*, v. 5, n. 1, maio 1973. Disponível em: <<https://www.ocf.berkeley.edu/~schwartz/SftP/MagazineArchive/SftPv5n1s.pdf>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

THE ECONOMIST. **Flight of the drones.** *The Economist*, 8 out. 2011. Disponível em: <<https://www.economist.com/briefing/2011/10/08/flight-of-the-drones>>. Acesso em: 15 abr. 2019.

TURING, Alan M. *Computing Machinery and Intelligence.* *Mind* 59, no. 236 (October 1950), p. 433-460. Disponível em <<http://phil415.pbworks.com/f/TuringComputing.pdf>>. Acesso em 10 de maio de 2019.

UFG. Apresentação para o Programa de Pós-Graduação em Ciências da Computação, Universidade Federal de Goiás. Disponível em <<http://www.inf.ufg.br/~anderson/deeplearning/Deep%20Learning%20-%20Redes%20Neurais%20Profundas%20VGG%20Net.pdf>>. Publicado em 11 de novembro de 2016. Acessado em 13 de agosto de 2019.