

ESCOLA DE GUERRA NAVAL

CC (T) RENATA MIRANDA NOGUEIRA

**PRINCIPAIS INICIATIVAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL DOS ESTADOS
UNIDOS DA AMÉRICA E CHINA QUE PODEM CONTRIBUIR COM O
FORTALECIMENTO DO PODER MARÍTIMO DO BRASIL E COM A
CONSECUÇÃO DOS OBJETIVOS DA POLÍTICA NACIONAL DE DEFESA**

Rio de Janeiro

2024

CC (T) RENATA MIRANDA NOGUEIRA

**PRINCIPAIS INICIATIVAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL DOS ESTADOS
UNIDOS DA AMÉRICA E CHINA QUE PODEM CONTRIBUIR COM O
FORTALECIMENTO DO PODER MARÍTIMO DO BRASIL E COM A
CONSECUÇÃO DOS OBJETIVOS DA POLÍTICA NACIONAL DE DEFESA**

Monografia apresentada à Escola de
Guerra Naval, como requisito parcial
para a conclusão do Curso Superior.

Orientador: CC (RM3-EN) VICTOR
CABRAL DA HORA ARAGÃO DE
CARVALHO

Rio de Janeiro
Escola de Guerra Naval
2024

DECLARAÇÃO DA NÃO EXISTÊNCIA DE APROPRIAÇÃO INTELECTUAL IRREGULAR

Declaro que este trabalho acadêmico: a) corresponde ao resultado de investigação por mim desenvolvida, enquanto discente da Escola de Guerra Naval (EGN); b) é um trabalho original, ou seja, que não foi por mim anteriormente utilizado para fins acadêmicos ou quaisquer outros; c) é inédito, isto é, não foi ainda objeto de publicação; e d) é de minha integral e exclusiva autoria.

Declaro também que tenho ciência de que a utilização de ideias ou palavras de autoria de outrem, sem a devida identificação da fonte, e o uso de recursos de inteligência artificial no processo de escrita constituem grave falta ética, moral, legal e disciplinar. Ademais, assumo o compromisso de que este trabalho possa, a qualquer tempo, ser analisado para verificação de sua originalidade e ineditismo, por meio de ferramentas de detecção de similaridades ou por profissionais qualificados.

Os direitos morais e patrimoniais deste trabalho acadêmico, nos termos da Lei 9.610/1998, pertencem ao seu Autor, sendo vedado o uso comercial sem prévia autorização. É permitida a transcrição parcial de textos do trabalho, ou mencioná-los, para comentários e citações, desde que seja feita a referência bibliográfica completa.

Os conceitos e ideias expressas neste trabalho acadêmico são de responsabilidade do Autor e não retratam qualquer orientação institucional da EGN ou da Marinha do Brasil.

Assinatura digital gov.br

“Não pode ser negado que o destino de
nossa Pátria está intimamente ligado ao
mar.”

Almirante Maximiano

RESUMO

O presente trabalho analisa o papel da Inteligência Artificial no fortalecimento do Poder Marítimo brasileiro, com foco no alinhamento às diretrizes da Política Nacional de Defesa. O estudo revisa as iniciativas tecnológicas adotadas pelos Estados Unidos da América e China no campo da Inteligência Artificial e discute sua aplicabilidade no contexto brasileiro. A pesquisa também apresenta o panorama da aplicação da Inteligência Artificial no Brasil e seus desafios. Os resultados sugerem que a adaptação de práticas internacionais pode contribuir para o desenvolvimento tecnológico do país, ampliando sua capacidade de inovação, fortalecendo seu Poder Marítimo e reforçando sua soberania ao contribuir para o atendimento aos objetivos nacionais da Política Nacional de Defesa. A análise é baseada em revisão bibliográfica e documental, visando identificar as principais ações que podem auxiliar o Brasil na construção de uma infraestrutura tecnológica robusta para a defesa de seus interesses marítimos e geopolíticos, ampliando seu poder no cenário internacional.

Palavras-chave: Inteligência Artificial, Poder Marítimo, Política Nacional de Defesa, Inovação Tecnológica, Soberania.

ABSTRACT

MAIN ARTIFICIAL INTELLIGENCE INITIATIVES OF THE UNITED STATES OF AMERICA AND CHINA THAT CAN CONTRIBUTE TO THE STRENGTHENING OF BRAZIL'S MARITIME POWER AND THE ACHIEVEMENT OF THE NATIONAL DEFENSE POLICY OBJECTIVES

This study analyzes the role of Artificial Intelligence in strengthening Brazilian Maritime Power, focusing on alignment with the guidelines of the National Defense Policy. The research reviews the technological initiatives adopted by the United States of America and China in the field of Artificial Intelligence and discusses their applicability in the Brazilian context. It also presents an overview of the application of Artificial Intelligence in Brazil and its challenges. The results suggest that the adaptation of international practices can contribute to the country's technological development, enhancing its innovation capacity, strengthening its Maritime Power, and reinforcing its sovereignty by helping to achieve the national goals of the National Defense Policy. The analysis is based on a bibliographic and documentary review, aiming to identify the main actions that can assist Brazil in building a robust technological infrastructure for the defense of its maritime and geopolitical interests, thus increasing its power on the international stage.

Keywords: Artificial Intelligence, Maritime Power, National Defense Policy, Technological Innovation, Sovereignty.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AJB	Águas Jurisdicionais Brasileiras
AIS	<i>Automatic Identification System</i>
BID	Base Industrial de Defesa
BNDO	Banco Nacional de Dados Oceanográficos
C4AI	Centro de Inteligência Artificial
Cenpes	Centro de Pesquisas Leopoldo Américo Miguez de Mello
Cetic.br	Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação
CIAN-NA	Cluster Brasileiro de Inteligência Artificial para Navios e Navios Autônomos
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
CPA	Centros de Pesquisa Aplicada
CPE	Centros de Pesquisa em Engenharia
CREDN	Comissão de Relações Exteriores e de Defesa Nacional
C&T	Ciência e Tecnologia
DARPA	<i>Defense Advanced Research Projects Agency</i>
DGDNTM	Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha
DMN	Doutrina Militar Naval
DoD	<i>Department of Defense</i>
DZP	Zonas Piloto de Inovação e Desenvolvimento
EBIA	Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial
ED	Estratégias de Defesa
END	Estratégia Nacional de Defesa
EUA	Estados Unidos da América
FAPESP	Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo
FINEP	Financiadora de Estudos e Projetos
FNDCT	Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
IA	Inteligência Artificial
IVR	Inteligência, Vigilância e Reconhecimento
JAIC	<i>Joint Artificial Intelligence Center</i>
LCM	Linhas de Comunicação Marítimas
LGPD	Lei Geral de Proteção de Dados

MB	Marinha do Brasil
MCTI	Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações
MD	Ministério da Defesa
NOAA	<i>National Oceanic and Atmospheric Administration</i>
NSCAI	<i>National Security Commission on Artificial Intelligence</i>
NSF	<i>National Science Foundation</i>
NSTC	<i>National Science and Technology Council</i>
OECD	<i>Organisation for Economic Co-operation and Development</i>
P&D	Pesquisa e Desenvolvimento
PND	Política Nacional de Defesa
PNDIA	Plano Nacional de Desenvolvimento da IA de Próxima Geração
SisGAAZ	Sistema de Monitoramento da Amazônia Azul
SisMOM	Sistema Multiusuário de Detecção, Previsão e Monitoramento de Manchas de Óleo no Mar
USV	<i>Unmanned Surface Vehicle</i>
UUV	<i>Unmanned Underwater Vehicles</i>
Zopacas	Zona de Paz e Cooperação

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	12
2.1	PODER MARÍTIMO.....	12
2.2	INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SEU DESENVOLVIMENTO HISTÓRICO..	15
3	INICIATIVAS QUE CONTRIBUÍRAM PARA O DESENVOLVIMENTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NOS EUA E NA CHINA.....	17
3.1	ARCABOUÇO NORMATIVO E ESTRUTURA ORGANIZACIONAL.....	18
3.2	CAPACITAÇÃO E GESTÃO DE TALENTOS.....	21
3.3	LIDERANÇA E INVESTIMENTOS.....	22
3.4	APLICAÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO SETOR MARÍTIMO...	24
4	PANORAMA DO BRASIL E INICIATIVAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL QUE PODEM CONTRIBUIR COM O FORTALECIMENTO DO PODER MARÍTIMO E CONSECUÇÃO DOS OBJETIVOS DA POLÍTICA NACIONAL DE DEFESA.....	27
4.1	DESENVOLVIMENTO E APLICAÇÕES DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO BRASIL.....	28
4.2	POTENCIAL DE ADAPTAÇÃO E ALINHAMENTO À POLÍTICA NACIONAL DE DEFESA.....	33
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	38
	REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

O período da Guerra Fria foi marcado pela disputa de poder entre as superpotências vencedoras da Segunda Guerra Mundial e pelo consequente investimento em pesquisas e tecnologias direcionadas a aplicações militares, com foco em evitar conflitos nucleares e garantir a hegemonia no cenário geopolítico. Nesse contexto, foram iniciadas, nos Estados Unidos da América (EUA), as primeiras pesquisas para o desenvolvimento da Inteligência Artificial (IA) (Figueroa, 2022).

Alguns dos progressos considerados de grande importância para o avanço exponencial da IA foram o advento da análise de dados em larga escala e o aprimoramento do aprendizado profundo e reconhecimento de imagem e voz (Forghieri, 2023), em meados do ano 2000, no período pós-Guerra Fria. Com o avanço no reconhecimento de padrões por rede neural e incremento do poder computacional foi possível implementar soluções transformadoras para diferentes áreas, inclusive no setor marítimo.

EUA e China são considerados líderes no desenvolvimento da tecnologia. De acordo com pesquisa publicada em junho de 2023, que comparou o investimento e a aplicação da IA em 62 países, EUA e China ocuparam o primeiro e segundo lugar, respectivamente. Nesse mesmo ranking, o Brasil ocupou o 35º lugar (Tortoise Media, 2023). Esses países se tornaram grandes potências marítimas e são reconhecidos pela maturidade tecnológica que alcançaram ao longo dos anos. Investiram no desenvolvimento de tecnologias e soluções no campo da IA, que foram difundidas no mundo inteiro.

No âmbito do Brasil, o documento condicionante de mais alto nível para o planejamento de ações destinadas à defesa do País é a Política Nacional de Defesa (PND). Nela são estabelecidos objetivos que tem como propósito o preparo e o emprego de todas as expressões do Poder Nacional, em prol da Defesa Nacional. Alguns dos objetivos definidos na Política são alcançados por meio de ações voltadas ao controle das Águas Jurisdicionais Brasileiras (AJB) e ao incremento das estruturas críticas como água, energia e transporte, que podem impulsionar o setor marítimo brasileiro. Também são estabelecidas ações de defesa, que aliadas ao

desenvolvimento marítimo, podem contribuir para a garantia da soberania e dos interesses do País (Brasil, 2024d).

A infraestrutura de um país e sua capacidade tecnológica figuram entre as mais críticas fontes tangíveis de poder (Mingst, 2014), assim como o ambiente marítimo e fluvial tem importância política e estratégica para a consolidação do Poder Nacional (Brasil, 2020). No contexto geopolítico global, no qual a tecnologia tem desempenhado um papel vital no equilíbrio de poder, justifica-se discutir sobre o uso da Inteligência Artificial pela relevância de seu potencial transformador e sua aplicabilidade em diversos segmentos, que pode contribuir para o fortalecimento do Poder Marítimo e, conseqüentemente, para a garantia da soberania do País.

Sendo assim, estabelece-se como objetivo geral desta pesquisa, identificar as principais iniciativas adotadas pelas potências EUA e China para seu desenvolvimento tecnológico, no período pós-Guerra Fria, com foco no uso da Inteligência Artificial, a fim de relacionar aquelas que possam contribuir com o fortalecimento do Poder Marítimo do Brasil, e conseqüentemente, com a consecução dos objetivos propostos na PND.

O estudo buscará responder ao seguinte questionamento: quais foram as principais iniciativas em IA adotadas pelos países EUA e China que podem contribuir com o fortalecimento do Poder Marítimo do Brasil e, conseqüentemente, com a consecução dos objetivos propostos na PND? Diante desse contexto, formula-se a seguinte hipótese: as iniciativas no campo da IA, que são adotadas em grandes potências como os EUA e China, são adequadas ao contexto brasileiro e ao seu Poder Marítimo.

Para alcançar o objetivo geral de pesquisa, no presente trabalho espera-se atingir os seguintes objetivos específicos: conceituar IA e Poder Marítimo; descrever iniciativas que contribuíram para o desenvolvimento da IA nos EUA e China; descrever o panorama atual da IA no Brasil, assim como as principais iniciativas de IA em andamento no País; e relacionar as principais iniciativas das duas potências que podem contribuir com o fortalecimento do Poder Marítimo do Brasil e com a consecução dos objetivos da PND.

Para atingir o referido propósito, o presente estudo consiste em pesquisa aplicada, de caráter descritiva. Nesse sentido, os resultados serão apresentados de

forma qualitativa, a partir da coleta de informações de fontes secundárias, por meio de revisão bibliográfica e documental. Como fontes de pesquisa, a fim de colher o referencial teórico necessário para embasar as análises e discussões, serão realizadas pesquisas em livros, artigos e sítios relacionados ao tema, bem como documentos oficiais dos EUA, China e Brasil.

A pesquisa encontra-se organizada em cinco capítulos, sendo esta introdução o primeiro deles. No Capítulo 2, são conceituados Poder Marítimo e IA. No Capítulo 3, são apresentadas as principais iniciativas adotadas pelos EUA e China para o desenvolvimento da IA. No Capítulo 4, é apresentado o panorama atual da IA no Brasil, assim como são relacionadas as principais iniciativas dos países EUA e China que podem contribuir com o fortalecimento do Poder Marítimo do Brasil e com a consecução dos objetivos da PND. E, por fim, no Capítulo 5, são apresentadas as considerações finais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão apresentados conceitos sobre Poder Marítimo e Inteligência Artificial, bem como conhecimentos necessários à elucidação do problema da pesquisa.

2.1 Poder Marítimo

Existem diversos autores que abordam o tema Poder Marítimo. Neste estudo, serão considerados aqueles amplamente reconhecidos como os principais teóricos sobre o assunto, assim como as definições adotadas nos normativos do Brasil.

Alfred Thayer Mahan, oficial naval e historiador norte-americano, defende que “O controle do mar, pelo comércio marítimo e pela supremacia naval, significa influência predominante no mundo [...] [e] é o principal entre os elementos meramente materiais no poder e prosperidade das nações.” (Mahan, 1897, tradução nossa). Julian Stafford Corbett, historiador naval britânico e teórico de estratégia marítima, aborda em sua teoria que “O comando do mar não significa nada além do

controle das comunicações marítimas, seja para fins comerciais ou militares.” (Corbett, 1911, p. 94, tradução nossa).

As ideias de Mahan, sobre o Poder Marítimo, exploram a geopolítica e a geoestratégia, refletindo sobre a utilização do poder do Estado no mar para controlar áreas marítimas e, assim, exercer influência global. As teses de Corbett concentram-se no uso do poder marítimo para apoiar os interesses da nação, tanto em tempos de paz quanto de conflito. Suas ideias estão inseridas no campo da estratégia marítima (Monteiro, 2011).

Assim, apresentando uma abordagem mais atual sobre o Poder Marítimo, o historiador e professor britânico Geoffrey Till (2018) faz uma análise do tema, em uma conjuntura mundial pós-Guerra Fria. Em sua concepção, o Poder Marítimo é constituído de geografia marítima; recursos financeiros; economia voltada para o campo marítimo; comunidade marítima, sociedade e governo; Poder Naval, apoiado pelos poderes aéreo e terrestre; e tecnologia.

Essas teorias se complementam, oferecendo uma visão abrangente do conceito de Poder Marítimo e de seus elementos constitutivos, bem como de sua contribuição para o alcance dos objetivos de um país na geopolítica global.

Em âmbito nacional, cabe à Marinha do Brasil (MB), além de outras atribuições, “implementar e fiscalizar o cumprimento de leis e regulamentos, no mar e nas águas interiores, em coordenação com outros órgãos do Poder Executivo” (Brasil, 1999, art. 17, inciso IV). De acordo com a Doutrina Militar Naval (DMN), normatizada pela MB:

Poder Marítimo é a projeção do Poder Nacional, resultante da integração dos recursos de que dispõe a Nação para utilização do mar e das águas interiores, quer como instrumento de ação política e militar, quer como fator de desenvolvimento econômico e social, visando a conquistar e manter os objetivos nacionais (Brasil, 2017, p.1-1).

Ainda conforme a DMN, os elementos que compõem o Poder Marítimo são o Poder Naval; o transporte aquaviário; a infraestrutura marítima e hidroviária; a indústria naval; a indústria bélica; a indústria de pesca; as organizações e os meios de pesquisa, desenvolvimento tecnológico e exploração de recursos do mar; e o pessoal especializado (Brasil, 2017).

Para ampliar o entendimento sobre a definição adotada pela MB, Poder Nacional pode ser conceituado como a capacidade que tem o conjunto dos homens e dos meios que constituem o País em alcançar e manter seus objetivos nacionais, em conformidade com a vontade nacional, por meio das expressões política, econômica, psicossocial, militar e científico-tecnológica (Brasil, 2024a) e, o Poder Naval, como um dos componentes da parcela militar do Poder Nacional (Brasil, 2017).

Também cabe mencionar que, na PND são estabelecidos os objetivos nacionais que orientam o planejamento das ações voltadas à defesa nacional. Além disso, em alinhamento à PND, a Estratégia Nacional de Defesa (END) orienta quanto às medidas que devem ser implementadas para a consecução dos objetivos estabelecidos na Política (Brasil, 2024d).

Em discurso recente, realizado na Comissão de Relações Exteriores e de Defesa Nacional (CREDN), o Comandante da Marinha, Almirante Olsen, mencionou a importância do comércio marítimo para o desenvolvimento, prosperidade e estabilidade regional e como um caminho de prosperidade para o povo de um país, destacando a hegemonia alcançada pelos EUA, no século XIX, a partir de uma mudança em sua estratégia geopolítica de priorizar o comércio marítimo (Olsen, 2024).

Observa-se também a ascensão de países como a China no setor marítimo, com a crescente modernização e expansão de sua marinha e infraestrutura marítima, na busca pelos seus interesses econômicos e estratégicos globais, contrapondo-se ao domínio estabelecido pelos EUA (Till, 2018).

Till destaca a importância dos avanços tecnológicos: “as marinhas precisam considerar a tecnologia com a mesma seriedade no futuro, quanto a fizeram no passado. Elas precisam, em suma, desenvolver uma estratégia para inovação tecnológica.” (Till, 2018, p. 178, tradução nossa). Sua recomendação tem foco no Poder Naval, no entanto, pode ser aplicada a todas os segmentos do Poder Marítimo.

Desse modo, pode-se afirmar que as aplicações tecnológicas da ciência contemporânea impulsionaram significativamente o potencial econômico e militar dos países que lideraram a produção científica e a inovação. O poder acumulado por

esses países desempenhou um papel crucial na reconfiguração da ordem internacional, consolidando-os como grandes potências mundiais (Moreira, 2012).

De acordo com Olsen (2024, 2 min 40 s), “o Brasil reúne vocação para exercer soberania no mar, tem todos os elementos necessários, uma vasta área sob jurisdição brasileira, uma costa recortada, portos de grande profundidade, capazes de acessar o comércio global”. Para tanto, é necessário o fortalecimento do Poder Marítimo, por meio de ações e iniciativas como as elencadas na END, que estimulem a indústria e fomentem a inovação tecnológica, contribuindo assim com o desenvolvimento nacional e com a redução de dependências e vulnerabilidades estratégicas do País. Este objetivo pode ser alcançado com o uso de uma tecnologia estratégica e com imenso potencial de transformação da indústria como a IA.

2.2 Inteligência Artificial e seu desenvolvimento histórico

O campo da IA é vasto e diversificado, refletindo-se em uma ampla gama de definições e interpretações. O Brasil, em sua Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA), utiliza o conceito adotado pela *Organisation for Economic Co-operation and Development* (OECD)¹:

Um sistema de IA é um sistema baseado em máquina que, para objetivos explícitos ou implícitos, infere, a partir das entradas que recebe, como gerar saídas como previsões, conteúdo, recomendações ou decisões que podem influenciar ambientes físicos ou virtuais. Diferentes sistemas de IA variam em seus níveis de autonomia e adaptabilidade após a sua implementação (OECD, 2024, tradução nossa).

De acordo com Vellasco (2021), a melhor definição para IA é o conceito de que são sistemas capazes de pensar como humanos para executar tarefas como aprendizado, solução de problemas, planejamento, raciocínio, identificação e reconhecimento de padrões.

Russell e Norvig (2021) categorizam as diversas definições de IA em quatro abordagens utilizadas para criar modelos de IA. Agir humanamente: emulação do comportamento humano, utilizando, por exemplo, técnicas de processamento de

¹ A OECD é uma organização que permite a troca de informações e alinhamento de políticas entre os países-membros, favorecendo a economia e o desenvolvimento das nações. O Brasil não é um país-membro, no entanto foi convidado ao processo de adesão (BP Money, 2022).

linguagem natural; pensar humanamente: modelos cognitivos, incluindo técnicas de redes neurais artificiais, que tentam replicar a estrutura e o funcionamento do cérebro; pensar racionalmente: aplicação de lógica formal para raciocínio e inferência, decisões verificadas e justificadas com base em princípios lógicos; e agir racionalmente: tomada de decisão com base em um modelo formal de racionalidade, incluindo técnicas de probabilidade, teoria da decisão e aprendizado de máquina, amplamente utilizada em áreas como robótica.

Adicionalmente, faz-se necessário entender alguns conceitos: o conceito de aprendizado de máquina (*machine learning*), subcampo da IA que se concentra no desenvolvimento de algoritmos que analisam um conjunto de dados, criam um modelo a partir desses dados e utilizam esse modelo como uma hipótese sobre o funcionamento do mundo e como uma ferramenta para resolver problemas (Russell; Norvig, 2021); e o conceito de aprendizado profundo (*deep learning*), conjunto de técnicas de aprendizado de máquina onde os modelos são formados por circuitos algébricos complexos e com muitas camadas, resultando em múltiplos passos de computação entre a entrada e a saída. Redes treinadas por métodos de aprendizado profundo são frequentemente chamadas de redes neurais (Russell; Norvig, 2021).

Schwab (2016), fundador e presidente-executivo do Fórum Econômico Mundial, considera que estamos em uma Quarta Revolução Industrial², devido à velocidade, amplitude, profundidade e impacto sistêmico com que as transformações ocorrem, em um ritmo exponencial e não linear, combinando várias tecnologias e influenciando a sociedade e economia global.

Schwab afirma que a Quarta Revolução teve início na virada do século e baseia-se na revolução digital, marcada por uma Internet mais onipresente e móvel, por sensores menores e mais potentes, que se tornaram mais acessíveis, e pela IA e aprendizado de máquina (Schwab, 2016).

A competição geopolítica, especialmente entre as potências mundiais, é um dos principais motores da inovação tecnológica. Os países reconhecem que a liderança nos avanços tecnológicos traduz-se em poder econômico e militar e,

² A Terceira Revolução Industrial começou na década de 1960. Chamada de revolução digital, foi impulsionada pelo desenvolvimento dos semicondutores, da computação em mainframe, da computação pessoal e da Internet (Schwab, 2016).

portanto, em poder geopolítico (Engelke, 2018). A IA, com seu poder transformador, tornou-se uma nova fronteira para a geopolítica competitiva.

De acordo com o relatório de riscos globais de 2020, emitido pelo Fórum Econômico Mundial, os países EUA e China, juntos, respondem por mais de 40% do PIB global e são os principais inovadores do mundo. A China incentivou as empresas nacionais a investirem em IA e tornou a tecnologia prioridade de segurança nacional. Ao mesmo tempo que os EUA ampliaram seu investimento na tecnologia, devido ao aumento das capacidades de IA de países como China e Rússia (Fórum Econômico Mundial, 2020).

Para compreender a posição do Brasil no cenário global de IA, o Programa de Diplomacia da Inovação, do Ministério das Relações Exteriores, destaca que o Brasil foi o 13º país em número de publicações sobre IA entre 2016 e 2020 e está entre os dez países que mais contrataram profissionais nessa área (Brasil, 2023). Além disso, uma pesquisa de 2023 do *site* britânico Tortoise Media, que analisou 62 países com base nos pilares de investimento, inovação e implementação em IA, posicionou o Brasil em 35º lugar, uma melhora significativa em relação a 2020, quando ocupava a 46ª posição (Tortoise Media, 2023).

Mediante as informações e os dados apresentados neste capítulo, depreende-se que analisar a experiência adquirida por países que investem massivamente em tecnologia, especialmente em IA, e as iniciativas adotadas por eles ao longo do tempo, pode ser útil no processo de aprimoramento das capacidades do Brasil. A IA, aplicada aos Objetivos Nacionais, principalmente no âmbito do Poder Marítimo, pode ser um vetor de prosperidade econômica e geopolítica para o País.

3 INICIATIVAS QUE CONTRIBUÍRAM PARA O DESENVOLVIMENTO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NOS EUA E NA CHINA

Neste capítulo tem-se como foco discorrer sobre as principais iniciativas dos EUA e da China no desenvolvimento e aplicação da IA, destacando normas, diretrizes e instituições estabelecidas como forma de buscar a liderança tecnológica.

Serão analisadas estratégias implementadas, investimentos realizados, assim como aplicações práticas empregadas por ambos os países, no âmbito do setor marítimo.

3.1 Arcabouço normativo e estrutura organizacional

Em meados do ano 2000, o aumento da capacidade computacional, aliado ao surgimento de grandes volumes de dados digitais (*big data*), acelerou consideravelmente o progresso da IA, tornando-a reconhecida pelo seu impacto transformador em diversas áreas. Esse cenário elevou a IA a um papel estratégico, levando os países a expandirem suas iniciativas de pesquisa e desenvolvimento em busca de superioridade tecnológica e crescimento econômico, bem como segurança nacional. Para orientar as ações de pesquisa e inovação, esses países estabeleceram planos e estratégias nacionais.

A China, considerada uma potência regional no período pós-Guerra Fria (Nonato, 2023), teve como marco no desenvolvimento de Ciência e Tecnologia (C&T) a Conferência Nacional de Ciência, ocorrida em 1978, quando foi anunciada a estratégia nacional de priorizar a modernização da C&T no país (Zhou, 2023).

Em 2015, lançou o Plano *Made in China 2025*, com o objetivo de modernizar sua capacidade industrial, buscando alcançar independência tecnológica e consolidar sua posição como potência global em indústrias de alta tecnologia (*Institute for Security & Development Policy*, 2018). Embora esse plano não fosse direcionado especificamente à IA, a tecnologia era vista como um meio crucial para atingir seus objetivos.

O primeiro plano estratégico dedicado exclusivamente à IA no país foi o Plano Nacional de Desenvolvimento da Inteligência Artificial de Próxima Geração (PNDIA), publicado em 2017. Esse plano identificou a IA como um elemento central para a reestruturação econômica da China, estabelecendo metas até 2030, divididos em três horizontes temporais: até 2020, fortalecer a indústria de IA como base para o desenvolvimento econômico, equiparando-se aos demais países; até 2025, focar na inovação; e até 2030, tornar-se o novo centro global de inovação em IA.

O PNDIA orienta as áreas nas quais devem ser concentrados os esforços de desenvolvimento teórico de IA, como *big data*, aprendizado de máquina e redes

neurais, além de sua aplicação prática, como reconhecimento de padrões, inteligência de enxame e sistemas autônomos (Brasil, 2023). Ademais, enfatiza o caráter dual da IA como estratégia para integrar os avanços do setor privado com a defesa nacional, que foi ainda reforçado por um plano quinquenal especial para promover a fusão militar-civil (Kania, 2017).

Em complemento ao PNDIA, foram estabelecidas diretrizes para a construção de Zonas Piloto de Inovação e Desenvolvimento Nacional da Inteligência Artificial de Nova Geração (DZP), com o objetivo de nortear a construção da infraestrutura necessária ao desenvolvimento da IA em diversas regiões da China (Brasil, 2023).

As DZP são alocadas em cidades onde a tecnologia já está firmemente estabelecida, aproveitando as características de IA específicas de cada região e incentivando as zonas piloto a potencializarem esses pontos fortes, o que contribui para a expansão da indústria de IA. O governo chinês oferece benefícios como apoio financeiro e regulamentações locais favoráveis, gerando impactos econômicos, sociais e ambientais positivos nas áreas contempladas (Murphy, 2020).

Nos EUA, as principais instituições de C&T foram estabelecidas durante a Segunda Guerra Mundial e a Guerra Fria, motivadas por investimentos no desenvolvimento de tecnologias de defesa, formando as bases para a hegemonia americana após esses conflitos. Várias instituições de pesquisa foram criadas, formando o núcleo do atual sistema norte-americano de C&T (Squeff; De Negri, 2017).

A *Defense Advanced Research Projects Agency* (DARPA), estabelecida em 1958, como parte do Departamento de Defesa³ (DoD) dos EUA, e a *National Science Foundation* (NSF), que atua como um órgão central de coordenação de investimentos em C&T no país, são exemplos de entidades estabelecidas nesse período. A DARPA é uma agência de financiamento de projetos tecnológicos de interesse da defesa, sendo considerada referência mundial em inovação e desenvolvimento (Squeff; De Negri, 2017). Embora apoie algumas pesquisas em laboratórios governamentais, a grande maioria dos projetos que patrocina é desenvolvida em indústrias e universidades, fortalecendo assim o ecossistema de inovação.

³ *Department of Defense*

O papel estratégico da IA na competitividade global e a ascensão da China como um concorrente tecnológico fez com que os EUA intensificassem seus esforços no desenvolvimento da tecnologia. O Conselho Nacional de Ciência e Tecnologia⁴ (NSTC), que coordena políticas de ciência e tecnologia em agências federais, lançou, em 2016, o Plano Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento em IA, por meio do qual delineou as prioridades estratégicas para a pesquisa e o desenvolvimento da IA, focando em áreas como a promoção de inovações tecnológicas e a construção de uma força de trabalho especializada (Harris, 2021).

Outro documento que apoia a estratégia nacional dos EUA é a Ordem Executiva nº 13.859, de 2019, intitulada “Mantendo a liderança americana em Inteligência Artificial”, que estipula princípios, objetivos, regras de investimentos em pesquisa e desenvolvimento e incentivos fiscais para produção de tecnologias de IA, além de fomentar a difusão de tecnologias pelos órgãos e agências federais (Brasil, 2023).

Além dos documentos estratégicos, o Congresso americano estabeleceu, em 2018, a Comissão de Segurança Nacional sobre Inteligência Artificial dos EUA⁵ (NSCAI), órgão independente do governo encarregado de formular uma nova estratégia nacional em IA. A comissão elaborou, em 2022, relatório que recomendou um conjunto de políticas públicas para o desenvolvimento da IA e proteção tecnológica, enfatizando princípios como transparência, compromisso com a ética e a necessidade de investimentos contínuos, sugerindo diretrizes para a política externa americana, no contexto da intensificação da disputa tecnológica com China e Rússia (Brasil, 2023).

Recentemente, o Congresso dos EUA aprovou a Ordem Executiva sobre IA Segura e Confiável, emitida em outubro de 2023. A medida foca no desenvolvimento seguro e responsável da IA, na proteção da privacidade dos cidadãos americanos e na requalificação e capacitação da força de trabalho, com o objetivo de assegurar que os EUA mantenham a liderança global em inovação de forma ética e responsável (The White House, 2023).

O DoD tem desempenhado um papel fundamental no avanço das tecnologias de IA. Lançou sua primeira Estratégia de IA em 2018, destacando a necessidade de

4 *National Science and Technology Council*

5 *National Security Commission on Artificial Intelligence*

construir uma infraestrutura centralizada e conectada para o desenvolvimento da tecnologia no setor de defesa. Em 2023, essa estratégia foi substituída pela Estratégia de Adoção de Dados, Análises e IA, que foca na melhoria da qualidade dos dados, no desenvolvimento de métricas eficazes e no uso responsável da IA, além de reforçar a gestão de talentos dentro da organização (DoD, 2023).

O governo dos EUA impulsiona a inovação tecnológica na Defesa Nacional por meio de um modelo que integra órgãos militares, academia e indústria. Agências como a NSF e a DARPA gerenciam projetos com recursos regulares, a partir de tecnologias definidas pelo governo. Após a aprovação orçamentária pelo Congresso, os projetos são distribuídos para organizações governamentais civis e militares, que contratam empresas e universidades para desenvolver as inovações. Projetos com aplicações duais passam por avaliação governamental para mitigar riscos à segurança e defesa nacional, antes de sua disponibilização no mercado (CNI, 2023).

Além dos planos e estratégias governamentais, alguns setores têm criado suas próprias diretrizes voltadas ao desenvolvimento da IA em seus nichos específicos de atuação. Um exemplo disso é o Plano Estratégico de Inteligência Artificial da Administração Nacional Oceânica e Atmosférica⁶ (NOAA), vinculada ao Departamento de Comércio dos EUA. O plano tem como objetivo central impulsionar a aplicação da IA nas diversas missões da agência, como previsão do tempo, pesquisa oceânica e gestão de ecossistemas marinhos e costeiros.

Para alcançar esses objetivos, o plano promove uma sinergia entre todos os escritórios da NOAA, acelerando a transição das pesquisas em IA para aplicações práticas e operacionais, além de centralizar os esforços dos escritórios para maximizar a eficiência e os resultados (NOAA, 2021). Essa iniciativa fortalece significativamente o setor marítimo dos EUA, concentrando e alinhando projetos e pesquisas em um único direcionamento estratégico.

3.2 Capacitação e gestão de talentos

O avanço da IA depende não apenas da tecnologia, mas também da disponibilidade de profissionais qualificados. A China possui uma extensa rede de universidades, centros de pesquisa e parques tecnológicos dedicados à promoção

⁶ *National Oceanic and Atmospheric Administration*

de ecossistemas locais de IA (Brasil, 2023) e estabelece, em seu PNDIA, medidas para a educação e o recrutamento de talentos (Kania, 2017) com o objetivo de ampliar a oferta de capital humano habilitado.

De acordo com a pesquisa da Tortoise Media, em 2023, a China ocupou a vigésima posição no indicador de talentos, que mede a disponibilidade de profissionais qualificados em IA (Tortoise Media, 2023). O país tem investido significativamente em programas de educação e capacitação, o que resultou na ampliação de sua base de talentos domésticos, que aumentou de 29% em 2019 para 47% em 2022, atendendo às crescentes demandas de sua indústria de IA (MacroPolo, 2023).

Já os EUA concentram seus esforços na retenção e atração de talentos de alto nível por meio de iniciativas como o *Global AI Talent Program* e o *AI Research and Development Talent Program* (Nonato, 2023), consolidando-se como o principal destino para profissionais de IA (MacroPolo, 2023) e ocupando a liderança no ranking global de talentos de IA (Tortoise Media, 2023).

O DoD também implementou iniciativas para qualificar sua força de trabalho. Em 2020, lançou a Estratégia de Educação em IA, que estabeleceu um conjunto de currículos para o aprendizado da IA, organizados de acordo com os perfis dos profissionais e conforme suas necessidades de aprendizado. Esse modelo define competências fundamentais adaptadas à profundidade de conhecimento exigida para cada perfil (JAIC, 2020).

Outro programa de destaque nos EUA é o *AI Leadership Training Act*, uma legislação publicada em 2023 com o objetivo de aumentar a alfabetização em IA entre líderes federais, em resposta à crescente adoção dessa tecnologia nas agências governamentais (AI Index Steering Committee, 2024).

3.3 Liderança e investimentos

A construção do complexo sistema de C&T americano foi possível devido ao grande investimento iniciado entre os anos de 1950 e 1970. A diversidade de formas contratuais e de financiamento, promovendo flexibilidade no investimento em pesquisa, contribuíram para o crescimento da C&T ao longo do tempo (Squeeff; De

Negri, 2017). A importância estratégica da IA incentivou os países a fortalecerem seus aportes para construir a infraestrutura necessária ao pleno avanço da tecnologia.

O Relatório *Artificial Intelligence (AI) Index*⁷, de 2024, evidencia não apenas o crescimento exponencial da IA, mas também o aumento expressivo dos investimentos alocados para seu aprimoramento, corroborando a importância estratégica atribuída ao domínio da IA no cenário mundial.

De acordo com o *AI Index* (2024), o investimento corporativo global em IA, em 2023, incluindo fusões e aquisições, participações minoritárias, investimentos privados e ofertas públicas, foi de US\$ 189,2 bilhões. Em 2021, o mesmo índice apresentava um valor investido de US\$ 337,4 bilhões. A última década foi marcada por um aumento substancial nos investimentos relacionados à IA, se comparado aos US\$ 14,6 bilhões investidos em 2013.

Os EUA ocupam a liderança mundial em investimentos privados em IA. Somando os investimentos privados em IA desde 2013, os EUA lideram com US\$ 335,2 bilhões investidos, seguidos pela China com US\$ 103,7 bilhões, e bem distantes do terceiro colocado, Reino Unido, com US\$ 22,3 bilhões investidos nesse período (*AI Index Steering Committee*, 2024).

No setor público dos EUA, as agências governamentais alocaram um total de US\$ 1,8 bilhão para gastos com pesquisa e desenvolvimento de IA em 2023. Também foram alocados US\$ 3,3 bilhões com gastos do governo federal em contratos não classificados concedidos a empresas privadas para bens e serviços (*AI Index Steering Committee*, 2024).

A China, de modo semelhante, aumentou seu financiamento geral de C&T em 30 vezes de 1991 a 2015 e pretende construir uma indústria nacional no valor de quase US\$ 150 bilhões, como parte de seu planejamento para tornar-se líder em inovação de IA (Nonato, 2023). De acordo com uma pesquisa da consultoria McKinsey, estima-se que a IA possa acrescentar aproximadamente US\$ 600 bilhões à economia da China até 2030 (Nonato, 2023).

⁷ O Relatório *Artificial Intelligence (AI) Index* é produzido pelo *Stanford Institute for Human-Centered Artificial Intelligence* e consolida dados sobre a tecnologia desde 2013 (*AI Index Steering Committee*, 2024).

No contexto do setor marítimo, de acordo com relatório elaborado em 2023 por empresas que atuam no setor, o mercado de IA atingiu um valor de US\$ 931 milhões em 2022, com uma estimativa de crescimento, ainda não confirmada na data do relatório, para US\$ 1,47 bilhão em 2023, representando um aumento de 57% nesse período. O documento projeta um crescimento de 22% anual, com o mercado alcançando cerca de US\$ 3,1 bilhões até 2028.

Paralelamente, no mercado de soluções autônomas, a expectativa é que os investimentos atinjam US\$ 4,51 bilhões até 2028 (Sivori; Brunton, 2023). No mercado global de IA em petróleo e gás foram gastos US\$ 1,8 bilhão em 2019 e a tendência de mercado aponta para um crescimento anual de 23% de 2023 a 2024 (GlobalData, 2021).

Com base nesses dados, tornar-se evidente o crescimento contínuo dos investimentos em IA, a nível mundial, com destaque para a liderança dos EUA e da China. Diversos setores estão incorporando a IA para aprimorar seus processos, e a projeção de investimentos no setor marítimo reflete a confiança do mercado no potencial transformador dessa tecnologia para a indústria. Com o desenvolvimento de inovações tecnológicas no campo marítimo, os países fortalecem seu Poder Marítimo e, conseqüentemente, seu poder geopolítico.

3.4 Aplicações de Inteligência Artificial no setor marítimo

O investimento em pesquisa e desenvolvimento de IA para o setor marítimo tem crescido significativamente, motivado pela capacidade da tecnologia de revolucionar uma ampla gama de operações. Tanto a China quanto os EUA têm implementado soluções inovadoras, que vão desde a otimização de rotas de navegação até a automação de veículos não tripulados de superfície e subaquáticos, aumentando a eficiência, segurança e sustentabilidade na indústria marítima e fortalecendo seu Poder Marítimo.

Entre os projetos voltados ao setor marítimo, destacam-se os veículos autônomos. A China possui programas para a produção de veículos de superfície não tripulados (USV⁸) e veículos subaquáticos não tripulados (UUV⁹). Em 2017,

⁸ *Unmanned Surface Vehicle*

⁹ *Unmanned Underwater Vehicles*

quatro projetos de USV foram apresentados na Exposição Internacional de Ciência e Tecnologia Oceânica em Qingdao (Nurkin, 2018).

Em 2019, a China realizou testes com sua lancha de combate não tripulada JARI-USV e com seu navio cargueiro autônomo Jindouyun 0 hao (Da Silva, 2020). O UUV Haiyi, um planador subaquático desenvolvido pelo Instituto de Automação de Shenyang da Academia Chinesa de Ciências, tem sido utilizado em missões científicas no Mar da China Meridional, onde completou uma missão de três meses de exploração em águas profundas (Kania, 2017).

Nos EUA, projetos de veículos autônomos também estão sendo desenvolvidos. Em 2016, a marinha americana testou o uso de embarcações autônomas em enxame, nas quais cinco barcos não tripulados patrulharam cooperativamente uma área da Baía de Chesapeake e interceptaram um navio intruso.

A DARPA concluiu, em 2018, os testes do navio autônomo não tripulado *Sea Hunter*, que foi posteriormente integrado ao Esquadrão de Desenvolvimento de Superfície da marinha americana (Sayler, 2020). O navio participou de uma missão realizada pela marinha, com outros três navios não tripulados, *Sea Hawk*, *Mariner* e *Ranger*, operando autonomamente por até 50 dias seguidos no Oceano Pacífico (Eckstein, 2024).

Esses sistemas autônomos não tripulados podem operar de forma independente ou em enxame, permitindo a comunicação entre eles para a execução de tarefas coordenadas, para as quais cada sistema pode desempenhar uma função específica dentro do grupo, podendo ser aplicados em uma variedade de atividades, como Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (IVR), monitoramento ambiental, proteção de instalações e meios navais (Nurkin, 2018), guerra antissubmarino e de superfície, patrulha marítima e levantamentos hidrográficos (Kania, 2017).

Além dos veículos autônomos, os EUA estão desenvolvendo projetos de manutenção preditiva para aeronaves e veículos de combate, implementados pela Força Aérea e pelo Exército. Sistemas utilizam a IA para analisar dados obtidos por meio de sensores e possibilitam ajustar os cronogramas de manutenção de acordo com as necessidades específicas de cada meio (Sayler, 2020). Esse conhecimento

pode ser aproveitado para a manutenção preditiva de meios navais, melhorando a eficiência e prontidão operacional das embarcações.

O setor de energia *offshore* também está se beneficiando do uso da IA. Pesquisas realizadas na China têm explorado formas de aprimorar a operação e manutenção de parques eólicos *offshore*. A empresa Goldwind, por exemplo, desenvolveu o sistema de gestão inteligente iGO, que gerencia o ciclo de vida das turbinas eólicas e utiliza aprendizado de máquina e rede neural para previsão e diagnóstico de falhas, reduzindo custos de operação e manutenção em 15 a 20% (Fan *et al.*, 2022).

Além disso, pesquisas têm focado na otimização da operação das turbinas, por meio da análise de dados meteorológicos, demanda de energia da rede e estado de saúde das turbinas eólicas (Fan *et al.*, 2022). Essas iniciativas têm ampliado a taxa de utilização da energia eólica e aprimorado o planejamento de manutenções, aumentando a eficiência e a segurança na operação e manutenção de parques eólicos *offshore*.

Outro exemplo de uso da tecnologia é a pesquisa apoiada pela NSF *Research Experiences for Undergraduates in Smart and Connected Communities* sobre o uso da IA para combate à pirataria, contrabando e pesca ilegal. Por meio do monitoramento de sensores como o Sistema Automático de Identificação (AIS)¹⁰, sistemas de radar costeiro e câmeras de longo alcance, aliado ao uso de aprendizado de máquina, para a análise desses dados, é possível detectar embarcações com atividades anômalas (Strauch; Lin; Tešić, 2021), permitindo identificar potenciais ameaças com maior rapidez, contribuindo para a repressão das atividades ilícitas.

O setor de petróleo e gás também tem adotado a IA para aprimorar suas operações. De acordo com relatório da empresa de análise e consultoria de dados GlobalData, que destaca inovações no setor de petróleo e gás impulsionadas por IA e robótica, as principais aplicações da tecnologia estão na manutenção preditiva, otimização de perfuração, monitoramento de emissões de carbono, interpretação de

¹⁰O *Automatic Identification System* (AIS) é um sistema de rastreamento automático instalado em navios. São coletadas informações de status do navio durante a navegação, por vários tipos de sensores, e enviadas por equipamentos AIS (Xiao *et al.*, 2024).

dados sísmicos e inspeção de dutos por meio de drones e robôs autônomos (Globaldata, 2024).

Como exemplo de projeto desse setor, a *startup* de tecnologia Belmont Technology, sediada em Houston, desenvolveu a plataforma de geociências Sandy, que utiliza redes neurais para criar grafos a partir de dados geológicos, geofísicos e de reservatórios, fornecendo uma visão abrangente dos ativos subterrâneos e permitindo a realização de simulações (Offshore Technology, 2019).

Por fim, destaca-se a aplicação de IA no transporte marítimo, beneficiando tanto a indústria naval quanto a marítima. Redes neurais são usadas para identificar danos estruturais em navios e algoritmos genéticos são utilizados para prevenir colisões, considerando fatores como posição do navio, velocidade, marés e ventos.

Além disso, algoritmos de aprendizado de máquina e redes neurais são empregados para melhorar a eficiência energética, reduzir o consumo de combustível e prever trajetórias para a otimização de rotas. Instituições como o WTS Center e a Wuhan University of Technology lideram a pesquisa nessa área, com a China à frente em publicações sobre IA aplicadas ao setor (Xiao *et al.*, 2024).

Esses exemplos de aplicações práticas da IA no setor marítimo demonstram as inúmeras possibilidades que a tecnologia oferece e o vasto potencial que ainda pode ser explorado, pois o conhecimento gerado pelas diversas pesquisas e projetos em andamento pode ser aplicado em outros segmentos importantes para o desenvolvimento do setor. Fica claro, portanto, que o investimento em soluções inovadoras aumenta a segurança e a eficiência da indústria marítima, além de ampliar a capacidade de exploração dos recursos marinhos e de defesa das forças navais.

4 PANORAMA DO BRASIL E INICIATIVAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL QUE PODEM CONTRIBUIR COM O FORTALECIMENTO DO PODER MARÍTIMO E CONSECUÇÃO DOS OBJETIVOS DA POLÍTICA NACIONAL DE DEFESA

Neste capítulo tem-se como objetivo apresentar o desenvolvimento da IA no Brasil, por meio de seus normativos, instituições, investimentos e projetos em andamento, bem como analisar de que forma as principais iniciativas dos EUA e

China podem contribuir para o fortalecimento do Poder Marítimo do Brasil, em consonância com os Objetivos Nacionais da PND. Além disso, busca-se confirmar a hipótese de que essas iniciativas são adequadas ao contexto brasileiro.

4.1 Desenvolvimento e aplicações de Inteligência Artificial no Brasil

No Brasil, o Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI) é o responsável por coordenar a política de ciência e tecnologia. Vinculado à 22 instituições de pesquisa, o órgão executa políticas por meio de suas principais agências: a Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP) e o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), que são responsáveis pela maior parte do financiamento de pesquisa científica e tecnológica no país.

O Fundo Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FNDCT) é uma das principais fontes de recursos do orçamento federal para a pesquisa científica e tecnológica no Brasil (De Negri, 2021), contribuindo diretamente para o avanço da competitividade brasileira no contexto mundial.

Na era da Revolução Digital, o desenvolvimento tecnológico de um país é um fator decisivo para seu crescimento econômico e capacidade de competir no cenário internacional. Em 2018, o Brasil ocupava a 80ª posição no índice de competitividade global do Fórum Econômico Mundial, evidenciando a necessidade de estratégias para melhorar esse desempenho.

Para elevar a posição do país, foi elaborada a Estratégia Brasileira para a Transformação Digital (E-Digital). Nesse documento, a IA foi identificada como uma das áreas prioritárias para impulsionar o desenvolvimento econômico do país (Brasil, 2018). Complementando a E-Digital, em 2020, o MCTI publicou uma portaria que estabeleceu as prioridades para pesquisa, desenvolvimento tecnológico e inovação até 2023, reafirmando a IA como tecnologia a ser empregada nos projetos de avanço do Brasil (Brasil, 2021).

Com o aumento da difusão da IA no mundo, identificou-se a necessidade de estabelecer uma estratégia voltada especificamente para a tecnologia, assim, foi publicada a EBIA no ano de 2021 (Brasil, 2021). A EBIA possui nove eixos estratégicos que são pautados no uso da IA de forma ética e confiável e na

privacidade e proteção dos dados de pessoal. A estratégia possui como diretrizes o desenvolvimento de parcerias internacionais; a cooperação entre indústria, centros de pesquisa, setor público e privado; a promoção de literacia digital¹¹, e a capacitação de profissionais e requalificação da força de trabalho (Brasil, 2021).

Outras iniciativas governamentais que contribuem para o desenvolvimento tecnológico da IA são os programas de incentivo a *startups* de tecnologia, como o Programa Start-Up Brasil, que apoia *startups* brasileiras e internacionais de base tecnológica, e o Programa IA² MCTI, realizado pelo CNPq com recursos do FNDCT, voltado à aceleração de *startups* de inovação em IA (Brasil, 2024c).

Além disso, certos normativos potencializam o avanço tecnológico por meio do compartilhamento de dados, como a Política de Dados Abertos do Poder Executivo Federal, enquanto outros promovem o uso seguro das informações, como a Lei Geral de Proteção de Dados (LGPD) (Brasil, 2021).

A Fundação de Amparo à Pesquisa de São Paulo (FAPESP) lançou editais para criar Centros de Pesquisa em Engenharia (CPE) e Centros de Pesquisa Aplicada (CPA) em IA, com o objetivo de promover a cooperação entre empresas e instituições de pesquisa em projetos de inovação (Cetic.br, 2024). Atualmente, há 11 centros, localizados nas regiões Sudeste e Nordeste do Brasil, em um esforço para descentralizar a pesquisa de IA, geralmente concentrada nas grandes cidades (Cetic.br, 2024).

Entre os principais centros de pesquisa estão: o Centro de Excelência em Pesquisa Aplicada em IA para a Indústria, na Bahia, que foca em manutenção preditiva, otimização de minas e barragens, e *digital twins*¹²; o Centro de Pesquisa Aplicada em IA para a Indústria 4.0, em São Paulo, com pesquisas em robótica e sistemas autônomos; o Centro de Excelência em IA para Energias Renováveis, localizado no Rio de Janeiro, que trabalha na transição energética; e o Centro de Inteligência Artificial (C4AI), na Universidade de São Paulo, que conduz pesquisas básicas e aplicadas em IA em parceria com a IBM (Cetic.br, 2024).

O progresso desses centros enfrenta desafios devido à limitação de recursos financeiros, de acordo com entrevista realizada pelo Centro Regional de Estudos

¹¹ Literacia digital é o conjunto de habilidades básicas de computação (Brasil, 2021).

¹² *Digital twins* são representações virtuais de instalações operacionais que permitem a simulação de cenários, antes de sua implementação (Petrobras, 2024c).

para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação (Cetic.br), a baixa disponibilidade de recursos impacta tanto a concessão de bolsas e salários competitivos para atrair mão de obra qualificada, quanto os investimentos em pesquisas (Cetic.br, 2024).

Outro obstáculo identificado na entrevista foi a falta de alinhamento de princípios, diretrizes e acompanhamento dos projetos em andamento entre os centros, intensificado pela insuficiência de uma regulamentação consolidada para o uso de IA no Brasil (Cetic.br, 2024).

A capacitação da mão de obra também é um aspecto primordial para o sucesso das pesquisas. O quantitativo de pessoal especializado no país ainda é baixo se comparado a países como EUA e China. Em 2016, o número de doutores formados em computação estava abaixo de 400 por ano, enquanto que, nos EUA, são formados aproximadamente 1.800 profissionais por ano (Cetic.br, 2024). A indisponibilidade de pessoal qualificado afeta a evolução dos projetos de C&T.

Com relação aos investimentos em Pesquisa e Desenvolvimento (P&D) no Brasil, De Negri (2021) afirma que houve redução dos recursos investidos ao longo dos anos, principalmente a partir de 2013. Considerando os recursos de P&D investidos pelo governo federal entre 2013 e 2020, houve uma queda de cerca de 37%, retornando a níveis inferiores aos de 2009. Os órgãos executores mais afetados foram o MCTI, o Ministério da Educação e o MD.

Essa redução também atingiu as principais unidades orçamentárias que sustentam a produção científica e tecnológica no Brasil: CNPq, CAPES e FNDCT. O orçamento do CNPq e do FNDCT, somados, em 2020, foi menor do que no início dos anos 2000, e a CAPES retrocedeu ao orçamento de 2011 (De Negri, 2021). A queda nos investimentos impactou a pesquisa nacional, uma vez que universidades, empresas e instituições de pesquisa, não vinculadas aos ministérios, dependem majoritariamente desses fundos para financiar seus projetos.

No setor privado, os investimentos em inovação também acompanharam essa tendência de queda. Entre 2014 e 2017, os recursos investidos pela iniciativa privada em inovação caíram de mais de R\$ 80 bilhões para R\$ 67 bilhões, impactando a taxa de inovação no Brasil. Os investimentos em P&D passaram de

R\$ 33,6 bilhões para R\$ 32,6 bilhões, representando uma diminuição de 0,61% para 0,5% do PIB em 2017 (De Negri, 2021).

No âmbito do MD, o desenvolvimento tecnológico é impulsionado pela PND e END, que reforçam a necessidade de modernizar as Forças Armadas e revitalizar a indústria de defesa nacional. A PND tem como objetivo reunir as capacidades do país para a defesa de seus interesses, território e soberania (Brasil, 2024d), que podem ser alcançados por meio da revitalização da Base Industrial de Defesa (BID), da promoção da autonomia em infraestruturas críticas e da ampliação de cooperações internacionais.

A BID desempenha um papel significativo na economia brasileira, representando cerca de 4,78% do PIB, de acordo com um estudo recente da CNI. Os investimentos do MD têm se mantido estagnados nos últimos três anos, com uma média anual de R\$ 7,9 bilhões, o que corresponde a apenas 7% do orçamento total do ministério. No entanto, cerca de 40% desses recursos foram destinados a fornecedores estrangeiros, evidenciando a dependência do país em relação a tecnologias externas (CNI, 2023).

No âmbito da MB, a Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha (DGDNTM) é responsável pelo desenvolvimento tecnológico e acompanhamento de projetos de CT&I. O normativo EMA-415, Estratégia de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha, apresenta as diretrizes, em nível estratégico, para a CT&I da MB, em alinhamento à END (Brasil, 2024b). A IA está entre as tecnologias prioritárias para a condução dos projetos de CT&I da MB (CNCTI, 2024).

No final do primeiro semestre de 2024, foi realizada a 5ª Conferência Nacional de Ciência, Tecnologia e Inovação, na qual o representante da MB apresentou os principais desafios para a inovação tecnológica nos projetos de defesa. Entre os desafios identificados estão o acesso a conhecimento sensível e insumos estratégicos, reforçando a importância de a BID buscar maior autonomia tecnológica (CNCTI, 2024).

Outro desafio mencionado foi a necessidade de recursos para projetos de defesa, especialmente aqueles não duais, que enfrentam maior dificuldade em atrair investimentos do setor privado. Além disso, foi apontada a importância da

previsibilidade orçamentária, considerando a natureza de longo prazo desses projetos, bem como a necessidade de maior sinergia entre os atores do Sistema Nacional de CT&I (CNCTI, 2024).

Além das iniciativas governamentais mencionadas, o Brasil vem desenvolvendo pesquisas e implementando soluções para acelerar seu desenvolvimento tecnológico. Entre as principais iniciativas voltadas ao setor marítimo, destacam-se projetos que integram tecnologias autônomas, sistemas de monitoramento e eficiência energética.

No campo das embarcações autônomas, o USV Tupan é um exemplo significativo. Desenvolvido pela *startup* TideWise e inaugurado em 2020, essa embarcação não tripulada foi a primeira construída no Brasil. Capaz de transportar sensores e coletar dados em profundidades de até 800 metros, o USV Tupan representa um avanço importante na aplicação de tecnologias autônomas no país, trazendo novas possibilidades para a indústria marítima (SINAVAL, 2020).

Outro destaque são os sistemas de monitoramento ambiental. O Sistema Multiusuário de Detecção, Previsão e Monitoramento de Manchas de Óleo no Mar (SisMOM) utiliza algoritmos de IA para detectar embarcações e manchas de óleo, além de realizar modelagem oceânica e atmosférica. Esse sistema tem previsão de operar em conjunto com outro projeto em andamento, o Sistema de Monitoramento da Amazônia Azul (SisGAAz), que é um programa estratégico da MB, e que prevê o uso de IA para análise de tráfego, ampliando a eficiência de operações de monitoramento ambiental e segurança marítima (Barbosa; Silveira, 2022).

O Cluster Brasileiro de IA para Navios e Navios Autônomos (CIAN-NA), lançado em 2020, é uma plataforma que facilita o desenvolvimento de soluções de IA. Integrando empresas, instituições de pesquisa e o governo, o CIAN-NA fomenta a colaboração e a pesquisa aplicada, impulsionando o avanço da IA no setor marítimo brasileiro (Marques; Farias, 2022).

No setor de energia, a Petrobras vem aplicando IA em diversas frentes para otimizar suas operações. O sistema Smart Tocha melhora a eficiência energética e reduz as emissões de gases nas refinarias de petróleo. Além disso, a tecnologia sísmica 4D cria modelos digitais dos reservatórios no pré-sal, permitindo simulações

que antecipam movimentações de óleo, gás e pressões, otimizando a exploração desses recursos (Petrobras, 2024b).

A IA também está sendo utilizada em pesquisas voltadas à prevenção de condições climáticas adversas e mudanças meteorológicas que afetam a produção de energia renovável. Além disso, a tecnologia está sendo aplicada na manutenção preditiva de usinas e em robôs para inspeção de locais de difícil acesso. No Centro de Pesquisas Leopoldo Américo Miguez de Mello (Cenpes), no Rio de Janeiro, está sendo pesquisado o uso da IA para integrar os projetos de *Digital Twins*, a fim de otimizar a produção nas refinarias (Petrobras, 2024a; 2024c).

Por fim, cabe ainda destacar o Banco Nacional de Dados Oceanográficos (BNDO), mantido pelo Centro de Hidrografia da Marinha desde 1994. Esse banco reúne dados oceanográficos, batimétricos e meteorológicos, essenciais para o treinamento de algoritmos de IA em aplicações como previsão oceânica e monitoramento ambiental. Esses dados são recursos estratégicos para o desenvolvimento de soluções avançadas para o setor marítimo (Tanajura *et al.*, 2022).

O uso da IA possibilita o desenvolvimento de soluções tecnológicas que aumentam a eficiência e segurança das atividades marítimas. O Brasil busca superar os desafios relacionados à baixa disponibilidade de recursos financeiros e de pessoal qualificado, com o objetivo de expandir sua capacidade de inovação tecnológica. Esse esforço visa fortalecer o Poder Marítimo do país e ampliar sua projeção no cenário internacional, consolidando sua posição como um ator competitivo.

4.2 Potencial de adaptação e alinhamento à Política Nacional de Defesa

Com base no panorama da IA apresentado, que destacou as principais ações realizadas pelo Brasil para impulsionar seu crescimento tecnológico, assim como os desafios que ainda precisam ser superados, é possível identificar iniciativas adotadas pelos EUA e China que poderiam ser adaptadas à realidade brasileira, contribuindo assim, para o desenvolvimento da IA no país e para a transformação de setores como o marítimo.

O Brasil enfrenta um ambiente geopolítico complexo e desafiador, especialmente no que se refere à defesa de seu vasto território e à soberania sobre sua extensa área marítima. O país possui a Amazônia Azul, uma área oceânica de 5,7 milhões de km², além de um litoral de aproximadamente 7.500 km de extensão (Brasil, 2024d), ambos cruciais para a segurança nacional e para a exploração de recursos naturais.

A proteção das AJB e das Linhas de Comunicação Marítimas (LCM) é essencial, dado o aumento das disputas globais por áreas marítimas e pelo controle de recursos estratégicos como água doce, alimentos e energia. No Atlântico Sul, uma região com significativas reservas de recursos naturais e declarada como Zona de Paz e Cooperação (Zopacas) pela Organização das Nações Unidas, o Brasil tem enfrentado desafios crescentes, como o aumento de ilícitos transnacionais, pesca ilegal e crimes ambientais (Brasil, 2024d).

Esses fatores tornam imperativo que o Brasil fortaleça suas capacidades navais e sua infraestrutura marítima. O fortalecimento do Poder Marítimo do país, garantindo a defesa de seus interesses estratégicos, contribui para a consecução dos objetivos nacionais definidos na Política Nacional de Defesa:

I. Garantir a soberania, o patrimônio nacional e a integridade territorial; II. Assegurar a capacidade de Defesa para o cumprimento das missões constitucionais das Forças Armadas; III. Promover a autonomia tecnológica e produtiva na área de defesa; IV. Preservar a coesão e a unidade nacionais; V. Salvar as pessoas, os bens, os recursos e os interesses nacionais situados no exterior; VI. Ampliar o envolvimento da sociedade brasileira nos assuntos de Defesa Nacional; VII. Contribuir para a estabilidade regional e para a paz e a segurança internacionais; e VIII. Incrementar a projeção do Brasil no concerto das Nações e sua inserção em processos decisórios internacionais (Brasil, 2024d).

Para a consecução desses objetivos, a END estabelece Estratégias de Defesa (ED) e ações estratégicas de defesa, que orientam as medidas necessárias ao seu atendimento.

Diante desse cenário desafiador e da crescente importância da soberania marítima, é crucial que o Brasil invista em inovação tecnológica como um elemento estratégico de defesa e desenvolvimento. A construção de uma base sólida para o crescimento tecnológico do país permeia a preparação de estratégias e planos de

ação com metas a serem alcançadas pelo país, incluindo a participação de governo, setor privado e academia.

Com relação ao desenvolvimento da IA, o Brasil possui estratégia com diretrizes para o avanço da tecnologia no país, e tem realizado ações para incremento das pesquisas, como a criação de centros de inovação e programas de incentivo à criação de *startups*. No entanto, enfrenta desafios, como a baixa disponibilidade de recursos financeiros e de pessoal qualificado, comparado a grandes potências. Além disso, necessita de uma regulamentação mais sólida para a aplicação prática da IA.

Países como os EUA e a China oferecem exemplos de como políticas e planos nacionais robustos, que integrem eficazmente governo, indústria e academia, podem acelerar o progresso em IA. A China tem avançado rapidamente ao consolidar sua estratégia de IA em planos nacionais que integram o setor privado e militar. Nos EUA, a criação de órgãos como a DARPA e a NSF possibilitaram a formação de um ecossistema de inovação baseado em parcerias público-privadas.

A experiência dos EUA e da China na estruturação de suas políticas de IA pode inspirar o Brasil a adotar uma abordagem mais integrada e eficiente entre suas instituições, facilitando a colaboração entre governo, indústria e academia. Assim como planos e regulamentações mais robustas, estipulando ações práticas para o desenvolvimento da tecnologia.

Como exemplo de integração militar-civil e de gestão dos projetos de IA, o modelo adotado pela DARPA pode ser aplicado no Brasil, para os produtos de característica dual, impulsionando tanto o crescimento do setor público, quanto do setor privado, além de favorecer o crescimento e a autonomia da indústria nacional. Essas iniciativas contribuiriam para o cumprimento da ED nº 8, que visa à promoção da sustentabilidade da cadeia produtiva da BID, e da ED nº 9, de fortalecimento da área de C&T de defesa, que contribuem para o alcance do objetivo nacional III.

Outro aspecto importante para o desenvolvimento da IA são os investimentos financeiros e a regularidade de aportes, garantindo que os projetos tecnológicos de longo prazo sejam concretizados, principalmente para os projetos estratégicos que não possuam característica dual, pois são de baixo interesse para o setor privado. Essas ações estão alinhadas com a ED nº 3, que visa assegurar a regularidade

orçamentária, a ED nº 5, focada no dimensionamento do setor de defesa, e a ED nº 8, contribuindo de forma significativa para o cumprimento de quase todos os objetivos nacionais.

Nos EUA, a estratégia de IA da NOAA, voltada para o setor marítimo, demonstra como os normativos podem beneficiar setores estratégicos. Esse exemplo pode ser aplicado no âmbito da defesa, centralizando os projetos para concentrar esforços e otimizar recursos. Também pode ser aplicado ao setor marítimo brasileiro, com planos específicos para potencializar a estruturação de bancos de dados de informações oceânicas, como o BNDO, e o desenvolvimento de projetos de pesquisa e aplicações voltados ao setor.

Na China, a criação das DZP é um exemplo de como os investimentos podem ser aplicados em regiões descentralizadas, impulsionando o desenvolvimento econômico local. O Brasil poderia ampliar seus centros de pesquisa em IA em outras regiões do país, a exemplo do que já é realizado por meio dos CPE e CPA, de modo a distribuir a capacidade de inovação tecnológica e fortalecer o crescimento econômico nessas áreas. Essas iniciativas contribuem para o atendimento da ED nº 4, de incremento da presença do Estado em todas as regiões do país, e para o objetivo IV da PND.

A grande preocupação com a qualificação da força de trabalho, tanto gerencial quanto técnica, evidenciada nos diversos planos e estratégias dos governos EUA e China, revela a importância de promover iniciativas voltadas à capacitação de líderes, gestores e técnicos, em níveis diferentes de aprendizado, para formar um ambiente propício ao desenvolvimento de aplicações de IA. A criação de currículos padronizados, como realizado pelos EUA, poderia ser adotado nas instituições, concentrando esforços de capacitação.

Aliado a isso, a promoção da literacia digital para a população brasileira é uma forma de minimizar os impactos do avanço da tecnologia no mercado de trabalho, e o incentivo à inserção de conteúdos tecnológicos nas escolas propicia um maior interesse em tecnologia na base da sociedade. Essas iniciativas poderiam contribuir com a base necessária ao desenvolvimento tecnológico, robustecendo assim o ecossistema de IA e, conseqüentemente, ampliando a capacidade de inovação.

As experiências obtidas nos projetos de veículos autônomos, tanto de superfície quanto subaquáticos, desenvolvidos pelos EUA e China, podem contribuir com as pesquisas em andamento no Brasil, e auxiliarem na vigilância e na proteção das AJB e das LCM, alinhando-se à ED nº 2, que visa fortalecer a capacidade de dissuasão, e contribuindo para a consecução dos objetivos nacionais I e V.

Além disso, a adoção de sistemas de manutenção preditiva, como os que estão sendo aplicados pelos EUA em veículos de combate e aeronaves, pode aumentar a prontidão operacional das embarcações brasileiras, garantindo maior eficiência no monitoramento das fronteiras marítimas. Esses projetos reforçam as ações da ED nº 2 e o objetivo nacional I.

O uso da IA para monitoramento dos oceanos, por meio de sensores e aprendizado de máquina, como aqueles desenvolvidos nos EUA, contribuem para combater ilícitos transnacionais, como pirataria e pesca ilegal. O Brasil possui no BNDO uma fonte de dados para o treinamento de sistemas de IA. A continuidade de projetos como o SisMOM e SisGAAz são importantes para reforçar a segurança marítima e ambiental, colaborando com a ED nº 2, que permite atingir o objetivo nacional I.

No setor de energia, a IA pode ser utilizada para otimizar a operação de parques eólicos *offshore* e garantir a segurança e eficiência das operações de petróleo e gás, áreas de crescente relevância no Atlântico Sul, contribuindo com o aprimoramento dos projetos já em andamento, principalmente na região nordeste do país. O aprimoramento de infraestruturas de energia promove o atendimento da ED nº 1, de fortalecimento do Poder Nacional, e os objetivos nacionais I e VIII.

Sendo assim, o robustecimento do arcabouço normativo relacionado à IA e de soluções que ampliem os centros de pesquisa e a capacitação de profissionais, aliado à implementação de soluções de inovação nas diversas vertentes do setor marítimo, permitiria ao país não apenas garantir a soberania sobre sua área marítima, mas também aumentar a eficiência econômica e a sustentabilidade ambiental de suas operações, alinhando-se aos objetivos da PND.

As principais iniciativas adotadas por potências como os EUA e China, que compreendem estratégias, políticas e planos para a pesquisa e aplicação de projetos de inovação em IA, assim como soluções tecnológicas voltadas ao setor

marítimo, têm o potencial de aprimorar o setor marítimo brasileiro, além de ampliar sua capacidade de dissuasão e defesa, contribuindo com o Poder Marítimo brasileiro. Essas iniciativas se coadunam com as ações e projetos em andamento no Brasil, confirmando a hipótese de que as iniciativas adotadas por estes países são aplicáveis ao contexto brasileiro.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo geral identificar as principais iniciativas adotadas pelos EUA e China no campo da IA que poderiam ser adaptadas para fortalecer o Poder Marítimo do Brasil, com vistas à consecução dos objetivos estabelecidos na PND.

Inicialmente, foi ressaltada a importância da IA no contexto geopolítico global, especialmente seu impacto sobre grandes potências como os EUA e China, que têm investido massivamente nessa tecnologia como um recurso estratégico fundamental para garantir a soberania e ampliar seu poder geopolítico. Além disso, foram abordados os conceitos teóricos centrais à pesquisa, como o Poder Marítimo e a IA, estabelecendo-se uma conexão direta entre o uso da IA e o fortalecimento da soberania nacional.

Em seguida, foram descritas as principais iniciativas de IA adotadas por esses dois países, evidenciando como integraram políticas de inovação tecnológica com o desenvolvimento de suas capacidades marítimas. Destacou-se a relevância de estratégias nacionais robustas, a importância dos investimentos contínuos em inovação e a colaboração eficaz entre governo, academia e indústria para sustentar essas iniciativas, além de projetos desenvolvidos nestes países, voltados ao setor marítimo.

Foi também apresentado o panorama da IA no Brasil, destacando tanto as ações em andamento quanto os desafios enfrentados, como a limitação de recursos financeiros e a escassez de profissionais qualificados. Foram discutidas as iniciativas que podem ser adaptadas ao contexto brasileiro, incluindo políticas, planos e projetos como o desenvolvimento de veículos autônomos, sistemas de manutenção preditiva e soluções de monitoramento marítimo.

A hipótese proposta foi confirmada, visto que as iniciativas adotadas pelos EUA e China no campo da IA mostram grande potencial de adaptação ao cenário brasileiro. A incorporação dessas práticas e tecnologias pode contribuir diretamente para o fortalecimento da infraestrutura marítima do país, aprimorando sua capacidade de vigilância e defesa, em consonância com os objetivos nacionais definidos pela PND.

Os exemplos de EUA e China deixam claro que o poder geopolítico de uma nação está fortemente ligado à sua capacidade de inovar e empregar tecnologias avançadas, como a IA, para proteger e explorar seus recursos marítimos. Conclui-se, portanto, que o investimento no desenvolvimento da infraestrutura tecnológica do Brasil é fundamental não apenas para fortalecer o Poder Marítimo, mas também para ampliar sua presença no cenário internacional e assegurar a proteção de seus interesses estratégicos.

REFERÊNCIAS

AI INDEX STEERING COMMITTEE. **Artificial Intelligence Index Report 2024**. 2024. Disponível em: https://aiindex.stanford.edu/wp-content/uploads/2024/05/HAI_AI-Index-Report-2024.pdf. Acesso em: 17 jul. 2024.

BARBOSA, João Batista; SILVEIRA, Mauricio Pires Malburg da. **SISGAAZ, uma visão estratégica de monitoramento e proteção de nossa economia azul**. In: Economia Azul: Vetor para o desenvolvimento do Brasil. Rio de Janeiro: Essential Idea, 2022. p. 505-529.

BP MONEY. **OCDE: Brasil dá novo passo para integrar a Organização**. 2022. Disponível em: <https://bpmoney.com.br/economia/ocde-brasil-da-novo-passo-integrar-organizacao/>. Acesso em: 24 jul. 2024.

BRASIL. Escola Superior de Guerra. **Fundamentos do Poder Nacional**. Rio de Janeiro: ESG, 2024a. Disponível em: <https://www.gov.br/esg/pt-br/centrais-de-conteudo/publicacoes/fundamentos-do-poder-nacional/fundamentos-do-poder-nacional-rev-2024-mac2-1.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2024.

BRASIL. Estado-Maior da Armada. **EMA-300 – Plano Estratégico da Marinha (PEM 2040)**. Brasília, DF, 2020.

BRASIL. Estado-Maior da Armada. **EMA-305 – Doutrina Militar Naval**. 1ª Ed. Brasília, DF, 2017.

BRASIL. Estado-Maior da Armada. **EMA-415 - Estratégia de ciência, tecnologia e inovação da Marinha do Brasil**. 2ª Rev. Brasília, DF, 2024b.

BRASIL. **Lei Complementar nº 97, de 9 de junho de 1999**. Dispõe sobre as normas gerais para a organização, o preparo e o emprego das Forças Armadas. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 10 jun. 1999.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Em sua segunda edição, o Programa IA² MCTI impulsionará a Inteligência Artificial por meio de 35 projetos de pesquisa**. Brasília, DF, 2024c. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/noticias/2024/03/em-sua-segunda-edicao-o-programa-ia2-mcti-impulsionara-a-inteligencia-artificial-por-meio-de-35-projetos-de-pesquisa>. Acesso em: 9 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial**. Brasília, DF, 2021. Disponível em: https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/arquivosinteligenciaartificial/ebia-documento_referencia_4-979_2021.pdf. Acesso em: 26 fev. 2024.

BRASIL. Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. **Estratégia Brasileira para a Transformação Digital**. Brasília, DF, 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/centrais-de-conteudo/comunicados-mcti/estrategia-digital-brasileira/estrategiadigital.pdf>. Acesso em: 13 ago. 2024.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Política Nacional de Defesa e Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, DF, 2024d. Disponível em: https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/pnd_end_congresso_.pdf. Acesso em: 3 fev. 2024.

BRASIL. Ministério das Relações Exteriores. **Panorama Internacional: Políticas Nacionais e Institutos de Inteligência Artificial**. Brasília, DF, 2023. Disponível em: www.gov.br/mre/pt-br/assuntos/ciencia-tecnologia-e-inovacao/PanoramaInternacionaldePolíticasNacionaisInstitutosdeInteligenciaArtificial.pdf. Acesso em: 15 abr. 2024.

CETIC.BR. **O cenário atual de desenvolvimento da Inteligência Artificial no Brasil**. 2024. Disponível em: <https://cetic.br/media/docs/publicacoes/6/20240514085112/psi-ano-xvi-n-1-desenvolvimento-ia-brasil.pdf>. Acesso em: 9 ago. 2024.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Panorama dos desafios brasileiros da indústria de defesa e segurança**. Brasília: CNI, 2023. Disponível em: <https://www.portaldaindustria.com.br/publicacoes/2023/11/panorama-dos-desafios-brasileiros-da-industria-de-defesa-e-seguranca/>. Acesso em: 9 ago. 2024.

CONFERÊNCIA NACIONAL DE CT&I. **5ª Conferência Nacional de CT&I na era digital tem público recorde, lançamento de plano de IA e debates sobre temas urgentes**. 2024. Disponível em: <https://5cncti.org.br/noticias/5a-conferencia->

nacional-de-cti-na-era-digital-tem-publico-recorde-lancamento-de-plano-de-ia-e-debates-sobre-temas-urgentes/. Acesso em: 9 ago. 2024.

CORBETT, Julian S. **Some Principles of Maritime Strategy**. London: Longmans, Green and Co, 1911.

DA SILVA, Silvio Cesar Couto. **O emprego de meios de superfície não tripulados**. Revista Passadiço, 2020. Disponível em: <https://www.portaldeperiodicos.marinha.mil.br/index.php/passadico/article/view/2327/2291>. Acesso em: 29 jul. 2024.

DE NEGRI, Fernanda. **Políticas públicas para ciência e tecnologia no Brasil: cenário e evolução recente**. 2021. Disponível em: https://www.ipea.gov.br/portal/images/stories/PDFs/pubpreliminar/210825_publicacao_preliminar_nt_politicas_publicas_para_ciencia_e_tecnologia.pdf. Acesso em: 9 ago. 2024.

DEPARTMENT OF DEFENSE. **Data, Analytics, and Artificial Intelligence Adoption Strategy: Accelerating Decision Advantage**. 2023. Disponível em: https://media.defense.gov/2023/Nov/02/2003333300/-1/-1/1/DOD_DATA_ANALYTICS_AI_ADOPTION_STRATEGY.PDF. Acesso em: 9 ago. 2024.

ECKSTEIN, Megan. **US Navy's four unmanned ships return from Pacific deployment**. 2024. Disponível em: <https://www.defensenews.com/naval/2024/01/16/us-navys-four-unmanned-ships-return-from-pacific-deployment/>. Acesso em: 9 ago. 2024.

ENGELKE, P. **Three Ways the Fourth Industrial Revolution Is Shaping Geopolitics**. 2018. Disponível em: <https://www.weforum.org/agenda/2018/08/three-ways-the-fourth-industrial-revolution-is-shaping-geopolitics/>. Acesso em: 09 ago. 2024.

FAN, Qixiang; WANG, Xin; YUAN, Jing; LIU, Xin; HU, Hao; LIN, Peng. **A Review of the Development of Key Technologies for Offshore Wind Power in China**. 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-1312/10/7/929>. Acesso em: 24 jul. 2024.

FIGUEROA, J. R. P. **Computational intractability, artificial intelligence, and the Cold War**. 2022. Disponível em: https://ddd.uab.cat/pub/tesis/2023/hdl_10803_688314/jrpf1de1.pdf. Acesso em: 30 mar. 2024.

FORGHIERI, Andres. **IA Revelada: A História Completa da Inteligência Artificial**. 2023. Disponível em: <https://pt.linkedin.com/pulse/jornada-da-intelig%C3%A2ncia-artificial-do-passado-ao-futuro-forghieri>. Acesso em: 24 abr. 2024.

FÓRUM ECONÔMICO MUNDIAL. **Relatório de Riscos Globais 2020**. 2020. Disponível em: <https://www.weforum.org/reports/the-global-risks-report-2020>. Acesso em: 19 jul. 2024.

GLOBALDATA. **Artificial Intelligence (AI) in Oil and Gas**: Thematic Research. 2021. Disponível em: <https://www.globaldata.com/store/report/ai-in-oil-and-gas-theme-analysis/>. Acesso em: 9 ago. 2024.

GLOBALDATA. **Cognitive Energy**: Transforming Oil and Gas with AI and Robotics. 2024. Disponível em: <https://www.globaldata.com/store/report/ai-and-robotics-in-oil-and-gas-trend-analysis>. Acesso em: 13 ago. 2024.

HARRIS, Laurie A. **Artificial Intelligence**: Background, Selected Issues, and Policy Considerations. 2021. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R46795>. Acesso em: 30 mar. 2024.

INSTITUTE FOR SECURITY & DEVELOPMENT POLICY. **Made in China 2025**: Backgrounder. 2018. Disponível em: <https://www.isdp.eu/wp-content/uploads/2018/06/Made-in-China-Backgrounder.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2024.

JAIC. **DoD AI Education Strategy**. 2020. Disponível em: https://www.ai.mil/docs/2020_DoD_AI_Training_and_Education_Strategy_and_Infographic_10_27_20.pdf. Acesso em: 9 ago. 2024.

KANIA, Elsa B. **China's Rise in Artificial Intelligence and Future Military Capabilities**. 2017. Disponível em: <http://www.jstor.com/stable/resrep16985.6>. Acesso em: 24 jul. 2024.

MACROPOLO. **The Global AI Talent Tracker 2.0**. 2023. Disponível em: <https://macropolo.org/digital-projects/the-global-ai-talent-tracker/>. Acesso em: 9 ago. 2024.

MAHAN, Alfred T. **The Interest of America in Sea Power, Present and Future**. Boston: Little, Brown and Company, 1897.

MARQUES, Miguel; FARIAS, Taissi Pepe de Medeiros. **Os arranjos inovadores da economia do mar no Brasil e no mundo**. In: Economia Azul: Vetor para o desenvolvimento do Brasil. Rio de Janeiro: Essential Idea, 2022. p. 349.

MINGST, Karen A. **Princípios de relações internacionais**. 6ª Ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2014.

MONTEIRO, N.S. Sir Julian Stafford Corbett, o Clausewitz da Estratégia Marítima. **Revista Marítima Brasileira**, Rio de Janeiro, v.131, n. 10/12, p. 136-153, Out/Dez. 2011.

MOREIRA, W. S. **Ciência e Tecnologia Militar**: “Política por outros Meios”? Revista da Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, v. 18, n. 2, p. 71-90, jul./dez. 2012. Disponível em:

<https://www.redebim.dphdm.mar.mil.br/vinculos/000002/00000251.pdf>. Acesso em: 29 jul. 2024.

MURPHY, Ben. **China Creates National New Generation Artificial Intelligence Innovation and Development Pilot Zones**. 2020. Disponível em: https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/t0109_AI_pilot_zones_EN-1-1.pdf. Acesso em: 1 set. 2024.

NOAA. **NOAA Artificial Intelligence: analytics for next-generation earth science**. Strategic Plan 2021-2025. EUA, 2021. Disponível em: https://sciencecouncil.noaa.gov/wp-content/uploads/2022/08/artificial-intelligence-strategic-plan_final-signed.pdf. Acesso em: 9 ago. 2024.

NONATO, Luiza Gimenez. **Relações de poder na Era da Inteligência Artificial (IA): A competição estratégica entre Estados Unidos e China pela liderança da IA**. 2023. Disponível em: https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/101/101131/tde-28062023-160904/publico/Luiza_Gimenez_Nonato_v_final.pdf. Acesso em: 24 jul. 2024.

NURKIN, Tate. **Testimony before the U.S.-China Economic and Security Review Commission: Hearing on “Implications of China’s Military Modernization”**. 2018. Disponível em: https://www.uscc.gov/sites/default/files/Nurkin_Written%20Testimony.pdf. Acesso em: 30 mar. 2024.

OECD. **Recommendation of the Council on Artificial Intelligence**. 2024. Disponível em: <https://legalinstruments.oecd.org/en/instruments/OECD-LEGAL-0449>. Acesso em: 25 jul. 2024.

OFFSHORE TECHNOLOGY. **Exploring the impact of artificial intelligence on offshore oil and gas**. 2019. Disponível em: <https://www.offshore-technology.com/features/application-of-artificial-intelligence-in-oil-and-gas-industry>. Acesso em: 13 ago. 2024.

OLSEN, M. S. **Comandante da Marinha expõe a realidade da Marinha na CREDN**. 2024. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=SNiM4XGOgnw>. Acesso em: 29 jul. 2024.

PETROBRAS. **De IA a robótica: como usamos novas tecnologias para gerar a energia do futuro**. 2024a. Disponível em: <https://nossaenergia.petrobras.com.br/web/nossa-energia/w/transicao-energetica/energia-do-futuro-e-as-novas-tecnologias>. Acesso em: 9 ago. 2024.

PETROBRAS. **Desvende o que é inteligência artificial e seu uso na Petrobras**. 2024b. Disponível em: <https://nossaenergia.petrobras.com.br/w/inovacao/desvende-o-que-e-inteligencia-artificial-e-seu-uso-na-petrobras-1>. Acesso em: 9 ago. 2024.

PETROBRAS. **Digital Twins na Petrobras: como criamos gêmeos digitais para impulsionar a eficiência operacional.** 2024c. Disponível em:

<https://nossaenergia.petrobras.com.br/web/nossa-energia/w/inovacao/digital-twins-na-petrobras-impulsionam-eficiencia-operacional-1-1>. Acesso em: 9 ago. 2024.

RUSSELL, Stuart J.; NORVIG, Peter. **Artificial Intelligence: A Modern Approach.** 4ª ed. Hoboken: Pearson, 2021.

SAYLER, Kelley M. **Artificial Intelligence and National Security.** 2020. Disponível em: <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R45178>. Acesso em: 30 mar. 2024.

SCHWAB, Klaus. **A quarta revolução industrial.** 1ª Ed. São Paulo, Edipro, 2016.

SINAVAL. **TideWise lança primeira embarcação autônoma projetada e construída no Brasil.** 2020. Disponível em: <http://sinaval.org.br/2020/08/tidewise-lanca-primeira-embarcacao-autonoma-projetada-e-construida-no-brasil/>. Acesso em: 9 ago. 2024.

SIVORI, Hazel; BRUNTON, Lauren. **Out of the box: Implementing autonomy and assuring artificial intelligence in the maritime industry.** 2023. Disponível em: https://maritime.lr.org/l/941163/2023-04-17/75wsr/941163/16817080839KvyGI3i/LR_Autonomy_and_AI.pdf. Acesso em: 18 ago. 2024.

SQUEFF, Flávia de Holanda Schmidt; DE NEGRI, Fernanda. **Ciência e tecnologia de impacto: uma análise do caso DARPA.** 2017. Disponível em: <https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/8960/1/Ci%C3%A7ncia%20e%20tecnologia.pdf>. Acesso em: 24 jul. 2024.

STRAUCH, George E.; LIN, Jiajian Jax; TEŠIĆ, Jelena. **Overhead Projection Approach for Multi-Camera Vessel Activity Recognition.** 2021. In: 2021 IEEE International Conference on Big Data. Disponível em: <https://par.nsf.gov/servlets/purl/10326094>. Acesso em: 24 jul. 2024.

TANAJURA, Clemente Augusto Souza; HERNANDEZ, Fabrice Poul Antonie; NOBRE, Paulo; FERREIRA, Márcio Borges. **Da observação à utilização de dados.** In: Economia Azul: Vetor para o desenvolvimento do Brasil. Rio de Janeiro: Essential Idea, 2022. p. 433.

THE WHITE HOUSE. **FACT SHEET: President Biden Issues Executive Order on Safe, Secure, and Trustworthy Artificial Intelligence.** EUA, 2023. Disponível em: <https://www.whitehouse.gov/briefing-room/statements-releases/2023/10/30/fact-sheet-president-biden-issues-executive-order-on-safe-secure-and-trustworthy-artificial-intelligence/>. Acesso em: 9 ago. 2024.

TILL, Geoffrey. **Seapower: A Guide for the Twenty-First Century.** 4ª ed. New York: Routledge, 2018.

TORTOISE MEDIA. **The Global AI Index**. 2023. Disponível em: <https://www.tortoisemedia.com/intelligence/global-ai/>. Acesso em: 16 abr. 2024.

VELLASCO, Marley. **Panorama da Inteligência Artificial: Aplicações**. Centro de Estudos Político-Estratégicos da Marinha (Cepe-MB). *In*: Simpósio Inteligência Artificial – 2021. 2021. Disponível em: <https://www.youtube.com/watch?v=8MYq5Gy4Dml>. Acesso em: 25 jul. 2024.

XIAO, G.; YANG, D.; XU, L.; LI, J.; JIANG, Z. **The application of artificial intelligence technology in shipping: a bibliometric review**. 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/jmse12040624>. Acesso em: 17 jul. 2024.

ZHOU, Longjun. **A Historical Overview of Artificial Intelligence in China**. 2023. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/372082081_A_Historical_Overview_of_Artificial_Intelligence_in_China. Acesso em: 31 mar. 2024.