

NOSSA CAPA



INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL: Aplicações operativas e perspectivas para a Marinha do Brasil

ALI KAMEL ISSMAEL JUNIOR*
Capitão de Fragata (EN)

SUMÁRIO

Introdução
O que é Inteligência Artificial
Aplicações Operativas de IA na MB
Perspectivas e o futuro da IA: Reflexões e Conclusões para a MB

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o uso da Inteligência Artificial (IA) vem se apresentando como uma tendência para a solução dos mais diversos tipos de problemas, em variadas áreas de aplicação, inclusive em Defesa. Mas entre apenas o apelo comercial e a utilização real deste segmento do conhecimento, o que realmente já pode ser encontrado em uso e quais as pers-

pectivas da área para o Setor Operativo da Marinha do Brasil (MB) para os anos vindouros? Responder a esta questão, de forma sintética, é o objetivo deste artigo.

O QUE É INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

No decorrer de seu desenvolvimento, a IA (ou AI, do inglês Artificial Intelligence), de maneira geral, promete a reprodução

* Mestre em Engenharia Elétrica pelo Centro Federal de Educação Tecnológica Celso Suckow da Fonseca (Cefet-RJ) e especialista em Análise do Ambiente Eletromagnético, pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), e como Engenheiro Elétrico com ênfase em Sistemas Eletrônicos, pela Universidade do Estado do Rio de Janeiro (Uerj). Serve atualmente no Instituto de Pesquisas da Marinha, como encarregado do Grupo de Sistema Digitais.

do raciocínio e do comportamento dos seres humanos em sistemas autômatos criados para a solução de problemas. Na Figura 1, Vellasco (2021) ilustra um breve histórico da evolução no desenvolvimento da IA desde seus primórdios até os dias de hoje.

Russel e Norvig (2013) indicam que algumas das possíveis definições de IA se dividem em quatro estratégias que se relacionam a dois processos: 1) pensamento e raciocínio; 2) comportamento humano.

Pensando como um humano: “O novo e interessante esforço para fazer os computadores pensarem (...) máquinas com mentes, no sentido total e literal” (HAUGELAND, 1985) e “[Automatização de] atividades que associamos ao pensamento humano, atividades como a tomada de decisões, a resolução de problemas, o aprendizado...” (BELLMAN, 1978). Pensando racionalmente: “O estudo das faculdades mentais pelo uso de modelos computacionais” (CHARNIAK e MCDERMOTT, 1985) e “O estudo das computações que tornam possível perceber, raciocinar e agir” (WINSTON, 1992). Agindo como seres humanos: “A arte de criar máquinas que executam funções que exigem inteligência quando executadas por pessoas” (KURZWEIL, 1990) e “O estudo de como os computadores podem fazer tarefas que hoje são melhor desempenhadas por pessoas” (RICH e KNIGHT, 1991). Agindo racionalmente: “Inteligência

Computacional é o estudo do projeto de agentes inteligentes” (PODE *et al.*, 1998) e “AI... está relacionada a um desempenho inteligente de artefatos” (NILSON, 1988) (RUSSEL e NORVIG, 2013).

Conforme Russel e Norvig (2013), essas estratégias de IA vêm sendo utilizadas pelos projetistas de forma colaborativa em algumas vertentes e de forma concorrente em outras, em que as abordagens centradas nos seres humanos se utilizam, em parte, de ciência empírica e confirmação experimental, enquanto as abordagens racionalistas envolvem a combinação de matemática e engenharia. A partir da evolução da IA, Vellasco (2021) indica que, atualmente, pode-se considerar como uma taxonomia para a IA em duas áreas: Aprendizagem de Máquina (Machine Learning – ML), que aprimora máquinas com a capacidade de aprender de forma autônoma com base na observação e na análise dentro de um determinado conjunto de dados sem uma programação específica; e Inteligência Computacional (IC) – Computational Intelligence, em inglês –, que engloba teoria, projeto, aplicação e desenvolvimento de paradigmas computacionais motivados biologicamente e linguisticamente, conforme também ilustrado na Figura 1 (VELLASCO, 2021). Vellasco (2021) nos apresenta, ainda, que, tradicionalmente, os três principais pilares da IC têm sido Redes Neurais¹, Sistemas com Lógica Fuzzy² e

1 Redes Neurais Artificiais são técnicas computacionais que apresentam um modelo matemático inspirado na estrutura neural de organismos inteligentes e que adquirem conhecimento por meio da experiência. Uma grande rede neural artificial pode ter centenas ou milhares de unidades de processamento; já o cérebro de um mamífero pode ter muitos bilhões de neurônios (CARVALHO, 2021).

2 A lógica difusa, ou lógica *fuzzy*, é a forma de lógica multivalorada na qual os valores de verdade das variáveis podem ser qualquer número real entre 0 (correspondente ao valor falso) e 1 (correspondente ao valor verdadeiro), diferentemente do que se verifica na lógica booleana (também chamada, às vezes, lógica nítida), segundo a qual os valores lógicos podem ser apenas 0 ou 1. A lógica difusa foi estendida para lidar com o conceito de verdade parcial, em que o valor verdade se situa entre o completamente verdadeiro e o completamente falso. Além disso, quando variáveis linguísticas são usadas, esses graus podem ser manipulados por funções específicas (WIKIPEDIA, 2021).

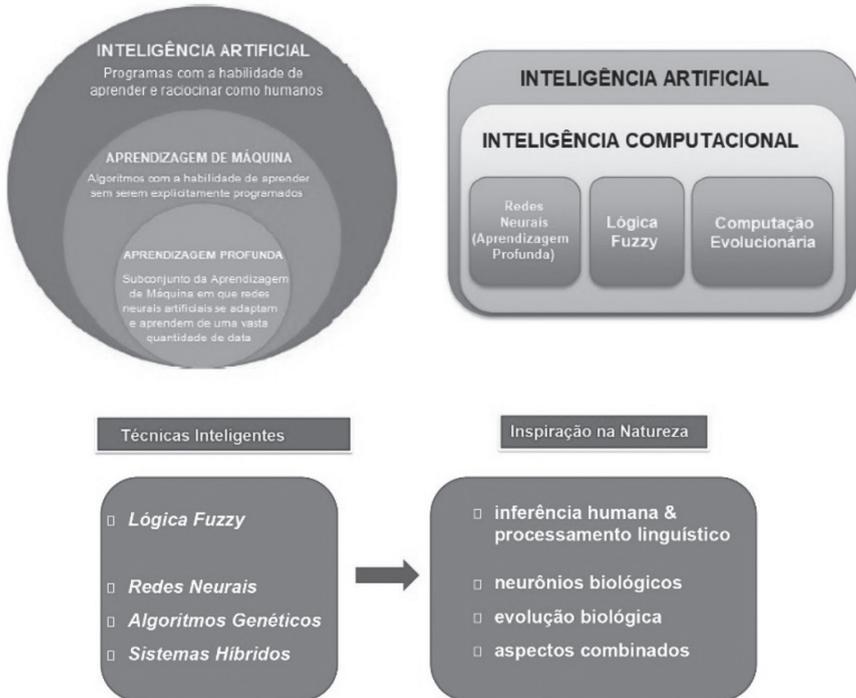
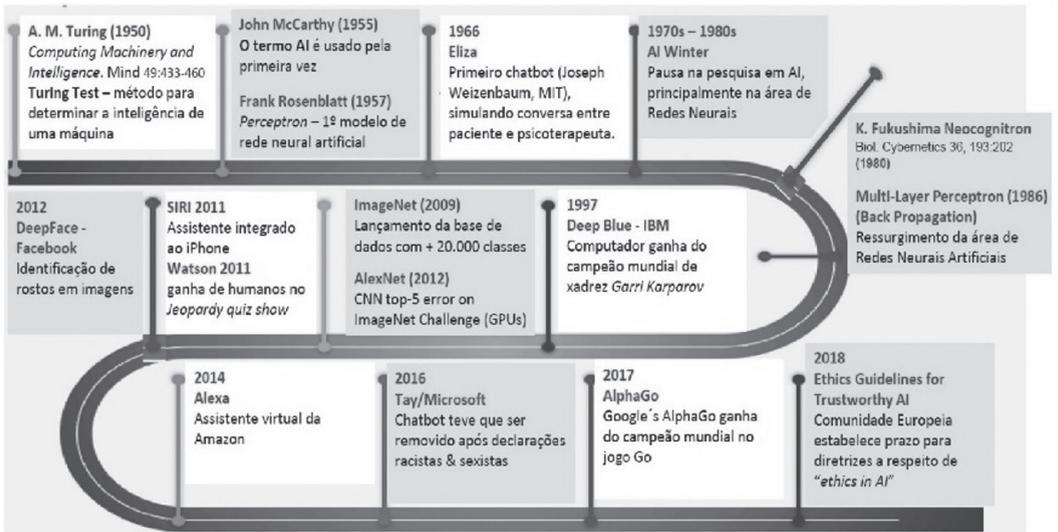


Figura 1 – Um breve histórico da Inteligência Artificial, Taxonomia da IA e Técnicas Inteligentes e sua inspiração na natureza (VELLASCO, 2021)

Computação Evolutiva³ (Algoritmos Genéticos) e que, por se tratarem de métodos computacionais inspirados na natureza e que imitam habilidades humanas – como percepção, raciocínio, aprendizado, evolução e adaptação –, a IC hoje é considerada como o coração dos Projetos de IA, mesmo com a utilização de métodos híbridos, conforme também apresentado na Figura 1 (VELLASCO, 2021).

A partir dessas técnicas inteligentes, apresenta-se uma vasta gama de aplicações, como a aquisição de conhecimento, o reconhecimento de padrões em imagens, o processamento de sinais acústicos (voz, sonar), processamento de linguagem natural, previsão de séries temporais, otimização e planejamento, controle e automação de processos e sistemas, mineração de dados, mineração de texto, análise de grandes dados (*big data*) etc. (VELLASCO, 2021).

APLICAÇÕES OPERATIVAS DE IA NA MB

Em face do apresentado no item anterior, pode-se afirmar que a IA é um fator de avanço nos sistemas operativos que possam utilizar as técnicas inteligentes mencionadas. A utilização da IA é considerada estratégica para as Forças Armadas com maior preponderância no mundo, como as dos Estados Unidos da América (EUA) e do Reino Unido (UK). Conforme Souza (2021) menciona, a Estratégia de Defesa de IA dos EUA, de 2018, e o *framework* de Ciência, Tecnologia e Inovação (C,T&I) do Ministério da Defesa do UK, de 2019, consideram para a aplicação de IA, em Defesa, as áreas de Otimização de Desempenho (meios e combatentes), Apoio à Decisão, Defesa Cibernética, Logística, Sistemas Administrativos, Análise de Inteligência



Figura 2 – Pilares de Implementação de IA na MB (SOUZA, 2021)

³ Computação Evolutiva é o termo empregado para designar o conjunto de técnicas de resolução de problemas baseadas em princípios de evolução biológica, como a seleção natural e a herança genética, as quais podem ser empregadas para a solução de uma grande gama de problemas, com aplicações práticas na indústria e comércio. Dentre estas técnicas, destacam-se os algoritmos ditos genéticos, que empregam princípios semelhantes ao da seleção natural para busca de soluções otimizadas (EIBEN e SMITH, 2003).

e Plataformas Autônomas. No caso específico da MB, Souza (2021) ilustra, na Figura 2, os pilares para a implementação de IA na instituição.

Destacando as aplicações para os Sistemas Operativos, Souza (2021) cita, ainda, as seguintes iniciativas de IA já em andamento na MB:

a) Consciência Situacional – os produtos Console Integrado de Realidade Aumentada (Cira) e o Sistema de Consciência Situacional Unificada por Aquisição de Informações Marítimas (Scua) são iniciativas da MB na área de Consciência Situacional. O Cira se utiliza de algoritmos de IA para *tracking*, classificação e identificação de alvos (SOUZA, 2021), enquanto o Scua é um Sistema de Comando, Controle, Comunicação, Vigilância e Inteligência para o planejamento e acompanhamento de missões em tempos de guerra ou paz, como o apoio a operações e exercícios, apoio a operações de busca e salvamento (SAR) e alocação de recursos, fusão, contextualização e distribuição de dados no nível de *plots* e *tracks*, modelos de detecção de comportamentos anômalos, classificação de contatos por dados e imagens, identificação de padrões de formatura e otimização de emprego dos meios, além de integração com meios navais, organizações em terra e sistemas externos (DGDNTM, 2018 e SOUZA, 2021).

b) Plataformas Autônomas Multidomínio – com o avanço nas áreas de sensores, robótica e IA, as possibilidades no campo de veículos não tripulados são imensas e em qualquer ambiente operacional,

Com o avanço nas áreas de sensores, robótica e IA, as possibilidades no campo de veículos não tripulados são imensas e em qualquer ambiente operacional

seja ele aéreo, de superfície, terrestre ou submarino. Segundo Souza (2021), uma série de iniciativas vem sendo tomada pela MB na tentativa de incorporar essas tecnologias ao Setor Operativo, como o Projeto MB 2021 (Embarcação Autônoma da MB) para automação de lancha de sensoriamento com desenvolvimento de algoritmos especialistas, além de tratativas com empresas da Base Industrial de Defesa (BID) nacional para os projetos da lancha autônoma *Tupan* de 7 metros, da empresa Tidewise; Sistema Aéreo Não Tripulado Atobá, da empresa Stella Tecnologia; Veículo Submarino Autônomo (VSA) BrHUE 2020, da UFRJ/Nautilus e o VSA FlatFish, da parceria Senai Cimatec/BG Brasil.

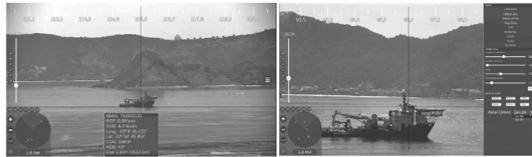
c) Análise de Inteligência – são exemplos de aplicações de IA da MB na área de análise de inteligência: o Sistema de Detecção, Acompanhamento e Classificação de Contatos (SDAC), que é um *software* para processamento de sinais acústicos em tempo real dos

360° de um sonar passivo, apresentando resultados de acompanhamento, análise e classificação de múltiplos contatos simultâneos, em telas gráficas, com gravação e comparação de outros sinais gravados em banco de dados (IPqM, 2021), em um *look up table* (SOUZA, 2021); e o Sonar Ativo (Sonat), que detecta e classifica automaticamente contatos submarinos, além de fazer a previsão do movimento dos contatos (SOUZA, 2021), por meio de algoritmos de Target Motion Analysis (TMA).

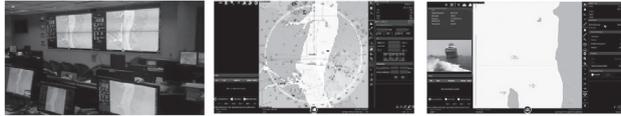
d) Capacitação de Pessoal – com uso de tecnologias de realidade virtual e algo-

Iniciativas de IA na MB – Consciência Situacional

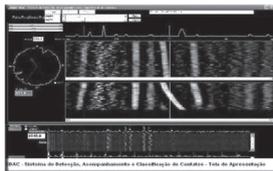
CIRA (Console Integrado de Realidade Aumentada)



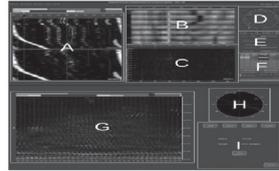
Sistema de Consciência Situacional Unificada por Aquisição de Informações Marítimas (SCUA)



Iniciativas de IA na MB – Análise de Inteligência



Sistema de Detecção, Acompanhamento e Classificação de Contatos (SDAC)



SONAT

Iniciativas de IA na MB – Plataformas autônomas multidomínio



Projeto MB-201 (Embarcação Autônoma da MB)



Tupan



Atobá



VSA BrHUE 2020



Flatfish

Iniciativas de IA na MB – Capacitação de pessoal



Simulador de Orientação de Aeronaves (SOA)



Simulador CLAnf – 2 anos



Simulador e-Nav

Figura 3 – Iniciativas de IA na MB em Consciência Situacional, Plataformas Autônomas Multidomínio, Análise de Inteligência e Capacitação de Pessoal (SOUZA, 2021)

ritmos de automação de comportamento de agentes inteligentes, diversos simuladores vêm sendo desenvolvidos pela MB no intuito de aprimorar e baratear os custos com a capacitação de pessoal em missões operativas, como os Simulador de Orientação de Aeronaves (SOA), Simulador de Carro Lagarto Anfíbio (CLAnf) e o Simulador de *e-Navigation* (SOUZA, 2021).

A Figura 3 ilustra as iniciativas mencionadas (SOUZA, 2021).

PERSPECTIVAS E O FUTURO DA IA: REFLEXÕES E CONCLUSÕES PARA A MB

No fim do século passado, o National Research Council (1997) já indicava que pesquisas significativas sobre planejamento foram realizadas pelas comunidades de Avaliação Operacional (AOp) e Inteligência Artificial, com ambas as áreas buscando técnicas e abordagens algorítmicas e estatísticas que requeressem o uso de conhecimento capturado e aprendido. Mesmo hoje em dia, apesar das grandes evoluções já atingidas, o sucesso prático ocorreu em áreas muito específicas, como alocação de recursos, agendamento de tarefas, algum planejamento logístico e correspondência de padrões e reconhecimento de imagens e de voz com redes neurais profundas. O planejamento reflexivo de longo alcance e o planejamento reativo quase em tempo real, muito mais próximos de uma forma contínua, ainda são um desafio para o Estado da Arte da IA, embora não estejam distantes.

Tanto o National Research Council (1997) como Russel e Norvig (2013) indicam que esses avanços, mencionados acima, serão complementados por evoluções na representação do conhecimento e do raciocínio, que, por sua vez, irão

melhorar o planejamento generativo e o raciocínio baseado em “casos”. A pesquisa em IA sempre dispendeu esforço em desenvolver sistemas que possam aprender e aperfeiçoar a ação do sistema. Ao mesmo tempo, com os aumentos no poder computacional, tamanho de memória e outros avanços de *software*, virá o aprimoramento em aprendizado de máquina e em sistemas automáticos e adaptativos, que proporcionará vantagens significativas para sistemas que apoiam o planejamento e o replanejamento automático e rápido da missão, em uma série de áreas que contribuirão diretamente para o aumento da intensidade e do ritmo da guerra a um nível que os eventuais inimigos e ameaças que não possuam desenvolvimentos compatíveis em IA não poderão se contrapor.

É importante também frisar que quanto maior o automatismo, mais presente se lançam questões éticas, como as citadas por Russel e Norvig (2013): a perda de empregos pelas pessoas para as máquinas; a diminuição ou o aumento excessivo do tempo de lazer para as pessoas; a perda do senso de identidade das pessoas; a utilização indesejável e temerária de sistemas de IA; a perda de responsabilidade das pessoas nos processos que envolvam a IA; e a ameaça que máquinas autônomas possam contribuir para a extinção da espécie humana. Essas e outras questões nos levam à necessidade premente de que é preciso refletir profundamente sobre os requisitos dos sistemas de IA e avaliar de forma criteriosa as consequências de seu uso. Em contrapartida, o Brasil e, por consequência, a MB não podem abrir mão de dominar a IA, sob a pena de serem suplantados pelos detentores dessa tecnologia disruptiva.

Como citado por Souza (2021), baseado na Estratégia de IA dos EUA, de 2018,

a adoção cuidadosa, responsável e centrada da IA em segurança tem o potencial de fortalecer a Defesa Nacional e transformar a velocidade e agilidade das Operações Militares,

e o ritmo e a escala de mudanças exigidas são assustadores, mas devemos abraçá-las se quisermos colher os benefícios de segurança e prosperidade no futuro.

📁 CLASSIFICAÇÃO PARA ÍNDICE REMISSIVO:
<CIÊNCIA & TECNOLOGIA>; Ciência e Tecnologia;

BIBLIOGRAFIA

- CARVALHO, André Carlos Ponce de Leon Ferreira de. *Redes Neurais Artificiais*. Disponível em: <https://sites.icmc.usp.br/andre/research/neural/>. Acesso em: 25. abr. 2021.
- DGDNTM. “Diretoria-Geral de Desenvolvimento Nuclear e Tecnológico da Marinha participa da Ridex e Mostra BID”. Seção “Em Destaque”. 15. jul. 2018. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/noticias/diretoria-geral-de-desenvolvimento-nuclear-e-tecnologico-da-marinha-participa-da-ridex-e/>. Acesso em: 25. abr. 2021.
- EIBEN, A.E. & SMITH, J.E. *Introduction to Evolutionary Computing*. Berlin: Springer, 2003.
- National Research COUNCIL. *Technology for the United States Navy and Marine Corps, 2000-2035: Becoming a 21st-Century Force*. Volume 2: Technology. Washington, DC: The National Academies Press. 1997. Disponível em: <https://doi.org/10.17226/5863>.
- RUSSEL, Stuart. NORVIG, Peter. *Inteligência Artificial*. Elsevier, 3ª ed, 2013.
- SOUZA, Marcelo Gurgel de. *Inteligência Artificial e a MB*. Centro de Estudos Político-Estratégicos da Marinha (Cepe-MB). Simpósio Inteligência Artificial – 2021. 9 abr. 2021. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/cepe/inteligencia-artificial-2021/>. Acesso em: 25 abr. 2021.
- VELLASCO, Mary. *Panorama da Inteligência Artificial: Aplicações*. Centro de Estudos Político-Estratégicos da Marinha (Cepe-MB). Simpósio Inteligência Artificial – 2021. 9 abr. 2021. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/cepe/inteligencia-artificial-2021/>. Acesso em: 25 abr. 2021.
- WIKIPEDIA. *Lógica Difusa*. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Lógica_difusa/. Acesso em: 25 abr. 2021.