

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE- FURG
CURSO DE GESTÃO EM OPERAÇÕES E LOGÍSTICA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

VINICIUS MORAIS DE OLIVEIRA

**A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SUAS IMPLICAÇÕES EM ÂMBITO
MILITAR: UMA ANÁLISE DAS APLICAÇÕES E DO DILEMA ÉTICO
POR TRÁS DESTA TECNOLOGIA.**

PÓS-GRADUAÇÃO *LATO SENSU*

RIO DE JANEIRO, RJ

2023

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO E APROVAÇÃO

AUTOR: VINICIUS MORAIS DE OLIVEIRA

TÍTULO: A inteligência artificial e suas implicações no âmbito militar: uma análise das aplicações e do dilema ético por trás desta tecnologia.

Autorizo que o presente artigo científico apresentado ao Curso de Pós-Graduação *Lato Sensu* da FURG, como requisito parcial para obtenção do certificado de Especialista em Gestão de Operações e Logística, e aprovado pelos professores responsáveis pela orientação e sua aprovação, seja utilizado para pesquisas acadêmicas de outros participantes deste ou de outros cursos, a fim de aprimorar o ambiente acadêmico e a discussão entorno das temáticas aqui propostas.

Título: A inteligência artificial e suas implicações no âmbito militar: uma análise das aplicações e do dilema ético por trás desta tecnologia.

Autor¹ VINICIUS MORAIS DE OLIVEIRA

ORIENTADOR: Prof. Dr. ESTUARDO TELLO-GAMARRA

Declaro que sou autor¹ deste Trabalho de Conclusão de Curso. Declaro também que o mesmo foi por mim elaborado e integralmente redigido, não tendo sido copiado ou extraído, seja parcial ou integralmente, de forma ilícita de nenhuma fonte além daquelas públicas consultadas e corretamente referenciadas ao longo do trabalho ou daqueles cujos dados resultaram de investigações empíricas por mim realizadas para fins de produção deste trabalho.

Assim, declaro, demonstrando minha plena consciência dos seus efeitos civis, penais e administrativos, e assumindo total responsabilidade caso se configure o crime de plágio ou violação aos direitos autorais. (Consulte a 3ª Cláusula, § 4º, do Contrato de Prestação de Serviços).

RESUMO

A Inteligência Artificial tem despontado como uma das principais tecnologias do século XXI. No entanto, a utilização da IA se reveste de um dilema ético complexo, particularmente relevante, no que se refere ao seu emprego no campo militar. Por outro lado, são inúmeros os benefícios dessa tecnologia no campo de batalha, resultando em vantagens táticas e estratégicas incalculáveis, obtidas, principalmente, através do aumento da precisão e da eficiência das ações de combate. Desta forma, o objetivo deste artigo é apresentar conceitos e definições básicas relacionadas à IA, destacar suas aplicações militares e discutir o dilema ético que envolve o seu emprego nas ações militares. Para tal, foi realizada uma revisão bibliográfica abrangendo relatórios e pesquisas referentes à inteligência artificial e sua utilização em âmbito militar, de forma que, ao final do trabalho, sejam apresentados como resultado da pesquisa pontos que despertem no leitor o interesse pelo assunto e ampliem a relevância e a importância do debate que cerca a introdução de tal tecnologia no contexto das Forças Armadas brasileiras.

1 a-v.morais@marinha.mil.br

Palavras-chave: Inteligência Artificial, aplicações militares, militarização da IA.

1. INTRODUÇÃO

O famoso pesquisador e futurista Ray Kurzweil afirmou que “a tecnologia está se tornando cada vez mais essencial em nossas vidas diárias. Ela está mudando a maneira como fazemos negócios, aprendemos, nos comunicamos e até como vemos o mundo”. Nesse contexto, é evidente a percepção de que as relações sociais e econômicas têm se alterado rapidamente, tendendo a uma necessidade cada vez maior de utilizar inovações tecnológicas para resolver problemas e tomar decisões de forma rápida e dinâmica, obtendo resultados precisos e de forma imediata. Dentre as ferramentas mais tecnológicas da atualidade, a Inteligência Artificial desponta como um expoente desta temática, por suas inúmeras aplicações e por sua capacidade transformacional, abrindo assim as portas para um debate amplo e complexo nos mais variados setores da sociedade.

Para o criador do termo *artificial intelligence*, John McCarthy (1955), a IA consiste na ciência e na engenharia de produzir máquinas inteligentes, especialmente programas de computador inteligentes, sendo assim um campo da ciência que tem por essência estudar, desenvolver e empregar máquinas para realizarem atividades iminentemente humanas de forma autônoma. O artigo, publicado em 1955, é considerado o marco inicial do campo da IA e fez com que McCarthy se tornasse uma figura fundamental no desenvolvimento da IA.

Mais recentemente, em 2020, o Parlamento Europeu definiu a IA como a capacidade de uma máquina reproduzir competências semelhantes às humanas, como o caso do raciocínio, a aprendizagem e a criatividade, de forma a permitir que os sistemas técnicos percebam o ambiente que os rodeia, lidem com o que percebem e resolvam problemas, agindo no sentido de alcançar um objetivo específico. Desta forma, a IA é capaz de ser aplicada diretamente e com eficiência em diversos setores e indústrias, tais como a da saúde, transportes, manufaturas, segurança pública, agroindústria e muitas outras. No entanto, a implementação da IA nesses setores está cercada de dilemas éticos, tendo em vista que se trata da entrada de robôs e sistemas programados especificamente para realizar atividades e decidindo no lugar de seres humanos, muitas vezes treinados por anos para estes fins. Como era de se esperar, essa inovação tecnológica se faz presente no dia a dia das principais forças armadas do mundo, já que tem revolucionado a sociedade e possui diversas e marcantes

implicações na indústria da Defesa, alterando as perspectivas e tornando a guerra do futuro cada vez mais imprevisível.

De acordo com Arkin (2009), uma questão de grande relevância se refere ao potencial destrutivo da IA em âmbito militar, o qual reside na possibilidade de automatização da tomada de decisões letais, podendo levar à perda do controle humano sobre o uso da força letal e resultar em consequências potencialmente catastróficas. Segundo Archegas e Maia (2022), o risco existencial representado por essa tecnologia, é responsável por pautar boa parte da literatura especializada no assunto. Todavia, é inegável que o uso de IA no processo de tomada de decisão e a possibilidade de implementação de meios autônomos de combate, ou até mesmo a substituição dos soldados por robôs, é uma das discussões mais amplas e controversas no mundo contemporâneo, sendo um assunto de especial relevância para os países que pretendem obter posições de protagonismo no cenário internacional nas próximas décadas.

Partindo dessa linha de pensamento, Aghion (2019) infere que países de desenvolvimento avançado como os EUA, China, Japão, Alemanha e Reino Unido estão ativamente envolvidos com o processo de pesquisa e desenvolvimento de tecnologias militares com a Inteligência Artificial. De forma complementar, Souto (1987) diz que a temática da IA deve ser absorvida e difundida para que se desenvolvam projetos que incluam essa tecnologia no ambiente militar brasileiro. Tal afirmação, apesar de antiga, mantém-se atual, na medida em que a utilização dos meios e sistemas interligados à IA no Brasil ainda se faz pouco explorada quando comparado as grandes potências militares mundiais, precisando assim ser mais difundida e explorada através de estudos e pesquisas que concorram para a implementação dessa inovação tecnológica.

Por tudo isso, o objetivo deste artigo consiste em apresentar conceitos e definições básicas relacionados à IA, destacar suas aplicações militares e discutir o dilema ético que envolve o seu emprego no campo de batalhas. Para alcançar tal objetivo, o método empregado para a construção deste trabalho foi uma revisão bibliográfica abrangendo relatórios e pesquisas referentes à inteligência artificial e sua utilização em âmbito militar.

O artigo foi concebido de forma a englobar três partes principais para seu desenvolvimento, abordadas nas seções três, quatro e cinco. Na seção três, ambiciona-se cumprir a difícil tarefa de definir a IA, utilizando para tal conceitos e

características essenciais da tecnologia apresentadas por grandes cientistas e pesquisadores ao longo das últimas décadas de seu desenvolvimento. Na seção quatro, são apresentadas algumas das mais importantes aplicações militares da IA, as quais possuem grande potencial para reinventar a forma como os combates são travados. Por fim, mas não menos importante, destaca-se, na seção cinco, o dilema ético que envolve a introdução da inteligência artificial no campo de batalhas, principalmente, no que se refere ao fato de delegar a um modelo computacional a decisão sobre uma ação potencialmente mortal.

2. MÉTODO

Considerando a relevância do assunto, este artigo foi desenvolvido por meio de uma revisão bibliográfica abrangendo pesquisas referentes à inteligência artificial e sua utilização em âmbito militar. O escopo da revisão foi direcionado com o objetivo de analisar as aplicações da Inteligência Artificial no mundo militar e o dilema ético por trás da implementação desta tecnologia, por meio de artigos acadêmicos, relatórios governamentais e políticas relacionados à Inteligência Artificial, coletados a partir de bases de dados científicas como o Scopus e o Google Acadêmico, além de outras fontes abertas.

No processo de revisão bibliográfica, foram utilizadas palavras-chave pertinentes, como "inteligência artificial", "aplicações militares" e "militarização da IA". A seleção dos estudos foi baseada em critérios de inclusão, considerando a relevância do conteúdo para o assunto pesquisado e a atualidade dos artigos. A análise dos resultados da pesquisa consistiu na leitura crítica e avaliação dos conceitos e abordagens apresentados, destacando-se as contribuições e aplicações militares mais recentes e de grande destaque, particularmente, no que se refere às oportunidades para as Forças Armadas brasileiras.

Para complementar o estudo do assunto, este trabalho contará com uma tabela de artigos e pesquisas apresentando alguns avanços específicos das tecnologias desenvolvidas a partir da IA e suas aplicações militares. Por fim, espera-se que o artigo forneça uma visão abrangente e atualizada dos impactos da inteligência artificial no contexto militar, de forma a contribuir para o conhecimento e compreensão das implicações da IA nas operações militares e suas consequências sociais, éticas e estratégicas, fomentando no leitor o interesse em se manter atualizado sobre o assunto.

3. O QUE É A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL?

Definir a inteligência artificial é uma tarefa complexa, tendo em vista que esta tecnologia segue em constante evolução, alterando assim suas aplicações, empregos e o seu funcionamento. Entretanto, um dos conceitos mais aceitos e difundidos no mundo acadêmico diz, segundo Russell e Norvig (2020), que a IA pode ser definida como o estudo e projeto de agentes inteligentes, em que um agente inteligente é capaz de perceber seu ambiente, tomar ações para alcançar objetivos e aprender com experiências passadas. Os autores também enfatizam que a inteligência artificial busca a automação de tarefas que requerem inteligência humana, tais como percepção, raciocínio, aprendizagem, tomada de decisão e compreensão natural da linguagem. Em consonância com a definição apresentada, Archegas e Maia (2022) definem a tecnologia como um braço da computação cujo objetivo primordial é desenvolver programas computacionais capazes de automatizar ações inteligentes. Com uma visão um pouco mais antiga, porém bastante assertiva, Haugeland (1985) representa a IA como o esforço para fazer os computadores “pensarem” como mentes, no sentido total e literal.

Uma das empresas precursoras no desenvolvimento e na implementação da IA em escala indústria, a IBM (*International Business Machines Corporation*), definiu, em seu site oficial no ano de 2022, a IA, simplificada, como um campo que combina ciência da computação com bases de dados robustas para permitir a solução de problemas. Analogamente a esta definição tem-se, segundo McCarthy (2007), que a IA é ciência e a engenharia de fazer máquinas inteligentes, especialmente programas de computador inteligentes. Finalmente, Lampert, Dos Santos e Kroll (2020) interpretam a inteligência artificial como uma disciplina que estuda o desenvolvimento de algoritmos e sistemas computacionais capazes de realizar tarefas que, de outra forma, demandariam inteligência humana. Esses sistemas são capazes de aprender com os dados, reconhecer padrões, tomar decisões, solucionar problemas, entender a linguagem natural e interagir com o ambiente.

De todas as definições apresentadas, inferem-se alguns pontos comuns que se relacionam com as características essenciais da IA, as quais são normalmente vinculadas ao trabalho de importantes cientistas e pesquisadores ligados à temática.

Tabela 1. Características essenciais da inteligência artificial

Essência	Artigo	Autor(es)
Aprendizado de Máquina (<i>Machine Learning</i>)	<i>Computing machinery and intelligence</i>	Alan Turing (1950)
	<i>Some studies in machine learning using the game of checkers</i>	Arthur Samuel (1959)
Redes Neurais Artificiais	<i>A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity</i>	Warren McCulloch e Walter Pitts (1943)
	<i>The perceptron, a perceiving and recognizing automaton Project Para.</i>	Frank Rosenblatt (1957)
Processamento de Linguagem Natural (PLN)	<i>A statistical interpretation of term specificity and its application in retrieval.</i>	Karen Sparck Jones (1972)
Robótica e Automação	<i>Geminoid: Teleoperated android of an existing person</i>	Hiroshi Ishiguro e Shuichi Nishio (2007)
Ética e Responsabilidade em IA	<i>Excavating AI: The politics of images in machine learning training sets</i>	Kate Crawford e Trevor Paglen (2021)

Elaboração: Própria

Entre as características vistas como essenciais da IA, listadas na Tabela 1, destaca-se o comportamento inteligente da máquina, estudado, inicialmente, por Turing (1950), a partir do famoso "teste de Turing", ideia robustecida por Samuel (1959), pioneiro no campo do aprendizado de máquina, e que desenvolveu algoritmos responsáveis por impulsionar a capacidade das máquinas em aprender por meio de experiências anteriores.

No início dos anos 40, McCulloch e Pitts (1943), criaram o modelo do neurônio artificial, base para as redes neurais artificiais e fundamentais ao funcionamento da IA, por meio de teorias e conceitos basilares, aperfeiçoados, posteriormente, por Rosenblatt (1957), ao criar o Perceptron, uma das primeiras arquiteturas de rede neural.

Consolidando pesquisas anteriores, particularmente as desenvolvidas por Alan Turing e Arthur Samuel, Sparck Jones (1972), desenvolveu o conceito de "pesquisa de informações" e técnicas de processamento de linguagem natural para recuperar informações importantes a partir dos padrões de hábitos observados pela máquina, conceitos estes que solidificaram o caminho para o desenvolvimento de algoritmos e sistemas que são essenciais em muitas aplicações de IA atualmente, como

assistentes virtuais, processamento de linguagem natural e softwares de recomendação.

Mais recentemente Ishiguro e Nishio (2007), despertaram grande interesse mundial ao desenvolverem o famoso "Geminoid", um robô realista que foi projetado para se assemelhar a uma determinada pessoa. O trabalho de Hiroshi Ishiguro e Shuichi Nishio foi recebido com fascínio e também gerou reflexões sobre os desafios éticos e sociais associados à criação de robôs altamente realistas. Essas reflexões logo se tornaram importantes debates a respeito do dilema ético que permeia a IA, o que abriu as portas para trabalhos desenvolvidos por cientistas e pesquisadores como Crawford e Paglen (2021), focados em explorar as implicações sociais da tecnologia e promover a transparência e responsabilidade em sua implementação.

Em suma, cada um desses estudiosos contribuiu de maneira distinta para o campo da inteligência artificial, desde a criação de modelos e arquiteturas neurais até a exploração das implicações éticas desta tecnologia, por meio de perspectivas únicas e inovadoras de estudo. Desta forma, contribuem para oferecer maior eficiência aos sistemas, redução de custos operacionais e a resolução de problemas complexos, sem deixar de abordar as questões sociais de grande relevância que envolvem a temática.

Esses estudos, seus decorrentes avanços, e a ampla difusão e acessibilidade dos equipamentos interligadas a IA são notórios em diversos setores da sociedade, e se fazem presentes em todas as expressões do Poder Nacional brasileiro. Segundo o EMA-305, O Poder Nacional é definido como a capacidade que tem a nação para alcançar e manter os objetivos nacionais, em conformidade com a vontade nacional. Manifesta-se em cinco expressões: a política, a econômica, a psicossocial, a militar e a científico-tecnológica.

Para Nascimento Mota (2022), o impacto da IA se dá na expressão política, por meio da contribuição desta tecnologia para intensificar o ambiente de competitividade das redes sociais por meio da identificação das preferências dos usuários; na expressão psicossocial, onde as ferramentas da IA influenciam a qualidade de vida das pessoas, pelo dinamismo e objetividade empregado às formas sobre como se desenvolvem os relacionamentos interpessoais; na expressão científico-tecnológica, com destaque significativo dos EUA e da China no desenvolvimento de novas tecnologias em consequência dos investimentos realizados em P&D; a expressão econômica, por meio de grandes multinacionais,

principalmente chinesas e americanas, que competem pelo domínio da IA e seus processos produtivos e transacionais; e, finalmente, na expressão militar, onde a IA vem expandindo a capacidade, complexidade e eficácia dos sistemas associados às plataformas de emprego militar, evidenciando a ideia da “Guerra Autônoma”.

4. APLICAÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA FINS MILITARES

Como dito por Cavagnari Filho (2002), a ciência e a tecnologia são componentes essenciais às estratégias de guerra. Nesse contexto, Scharre (2018), afirma que a forma como se desencadeiam as ações militares de combate está sendo revolucionada pelo amplo desenvolvimento tecnológico que envolve a indústria da Defesa. O surgimento de tecnologias como a inteligência artificial, a robótica e os sistemas autônomos, transformou a dinâmica como as tropas militares são treinadas, equipadas e, principalmente, como são empregadas no campo de batalha.

Dentro desta linha de pensamento, pode-se afirmar que a forma de fazer a guerra tem, historicamente, uma relação direta de interdependência com os avanços tecnológicos obtidos pela ciência ao longo da história da humanidade. Segundo Schumpeter (1972), a indústria da guerra, apesar de envolver a destruição física e gigantescos índices de perdas humanas, funciona como um importante catalisador da inovação, pois incentiva as empresas a desenvolverem novas tecnologias para atender às demandas militares.

A fim de exemplificar esta relação, Christensen (2000) cita a importância de inovações disruptivas que podem surgir como fruto da indústria da Defesa, como a invenção do GPS, uma tecnologia originalmente militar. O entendimento de Schumpeter se materializa com o surgimento da terceira dimensão dos conflitos, representada pelo combate travado por meios aéreos, o qual, para Almeida (2012), foi a mola propulsora dos maiores desenvolvimentos tecnológicos voltados para o combate, superando largamente outras áreas em termos de inovações tecnológicas.

Dentre as inovações desenvolvidas, os drones e os sistemas autônomos tem sido cada vez mais empregados em missões de ataque, reconhecimento, e vigilância, reduzindo consideravelmente a exposição dos soldados às situações de risco sem que haja a real necessidade de assim os empregar. Além disso, sistemas de inteligência artificial constituem importantes ferramentas para apoiar a preparação e o treinamento dos militares, por meio de softwares interativos de simulação, e

contribuem com a coleta e a análise de dados relativos aos processos de tomada de decisões em combate.

Apesar da intensificação recente do debate sobre os impactos da inteligência artificial no âmbito militar, esta tecnologia tem sido desenvolvida desde o final da Segunda Guerra Mundial, por meio das pesquisas iniciadas por Alan Turing. Entretanto, a relevância do assunto aumentou e atraiu maior atenção da mídia mundial com os eventos recentes que tomaram conta dos noticiários internacionais desde 24 de fevereiro de 2022, data em que as forças russas iniciaram suas ações contra o território ucraniano, iniciando a polêmica “Operação Militar Especial Russa”.

Fruto das preocupações com a defesa e a soberania de nações ao redor de todo o mundo, especialmente na União Europeia e nas nações vizinhas à Rússia, foram intensificadas as pesquisas relacionadas ao desenvolvimento de tecnologias militares. Dentro dessa temática, o General Patrick Sanders, comandante das Forças Terrestres Britânicas, argumentou, em uma entrevista à rede de televisão britânica BBC em fevereiro de 2022, que a Guerra na Ucrânia destaca a necessidade de investir pesadamente em tecnologias militares de ponta, como drones, sistemas de armas autônomas e nas formas de aplicar a inteligência artificial à defesa, para que as nações soberanas possam manter suas forças armadas atualizadas e equipadas para enfrentar os desafios futuros.

A Tabela 2, a seguir, foi construída de forma a ilustrar alguns dos principais avanços tecnológicos relacionados à inteligência artificial em âmbito militar, destacando o país onde foi concebido, e o autor responsável pelo artigo utilizado como referência. Os avanços nela apresentados serão esmiuçados ao longo do capítulo de forma a destacar as aplicações militares relacionadas a eles.

Tabela 2. Avanços tecnológicos relacionados à inteligência artificial em âmbito militar

Área de pesquisa militar	Avanços tecnológicos	País de desenvolvimento	Autor(es)
Sistemas de Combate Aéreo Autônomos	Northrop Grumman X-47B	EUA	Benitz (2012)
	MQ-9 Reaper	EUA	
	KUB-BLA	Rússia	Palavenis (2022)

Sistemas de combate autônomos terrestres	Robotic Combat Vehicle System	EUA	Mello (2021)
	URAN-9	Rússia	Morgan et al. (202)
	Type-X - Hanwha Defense	Coreia do Sul	
	Sharp Claw II	China	
	THEMIS ADDER	Estonia	
Sistemas autônomos Marítimos	Jinghai USV	China	Morgan et al. (2020)
	Sea Hunter	USA	
Sistemas de defesa antiaérea autônomos	Iron Dome	Israel	Landau e Bermant (2014)
Mísseis de longo alcance	S-400 Triumf	Rússia	Morgan et al. (2020)
	LRASM	EUA	
Inteligência Artificial para Logística e Planejamento	Joint Artificial Intelligence Center	EUA	Morgan et al. (2020)
	Bylina EW	Rússia	Palavenis (2022)
Simuladores Militares	Análise de terreno, planejamento de missões e interação com alvos automatizados	EUA	Campbell et al. (1997)
	Wargaming	EUA	Kase (2022)

Elaboração: Própria

A partir de uma rápida leitura da tabela 2, é possível inferir que mesmo com esses poucos exemplos de avanços tecnológicos listados, abre-se um leque gigantesco de aplicações militares que podem ser otimizadas por meio da introdução da inteligência artificial no campo de batalhas. Dessa forma, os subitens a seguir, pretendem detalhar cada um dos avanços relacionados e destacar algumas das vantagens do uso dessas tecnologias no cenário militar.

4.1 Sistemas de Armas Autônomos (*Autonomous Weapons System – AWS*)

Segundo o relatório *Minds at War: The Rise of Autonomous Weapons and the Need for an International Treaty*, publicado pelo Instituto Internacional de Estudos

Estratégicos (IISS), 2017, um Sistema de Armas Autônomo pode ser descrito como um sistema capaz de identificar, selecionar e engajar alvos sem intervenção humana. Analogamente, o relatório *Autonomous Weapons: An Open Source Primer* publicado em 2021 pela *Harvard Law School's International Human Rights Clinic*, define AWS como sistemas que, uma vez ativados, são capazes de selecionar e engajar alvos sem intervenção humana direta, podendo ser projetados para operar em uma ampla gama de ambientes, e até mesmo no espaço. Geralmente, são equipados com tecnologia baseadas em inteligência artificial, dotada de algoritmos de aprendizado e redes neurais¹, que lhes permitem detectar, rastrear e atacar alvos com alta precisão e velocidade, sem intervenção humana significativa em algumas fases do ciclo de tomada de decisão.

A importância e a preocupação com essa temática se apresentam como um assunto de relevância mundial, ao passo que, conforme dito por Chamayou (2015), países como EUA, China e Rússia discutem os termos de um tratado para limitar o desenvolvimento e o emprego de armas autônomas letais ao mesmo tempo em que investem fortemente para desenvolvê-las. Os EUA, por exemplo, formam atualmente mais operadores de drones do que pilotos de avião de combate e bombardeiros juntos.

O relatório *Lethal Autonomous Weapons Systems: A Primer* publicado pela *Chatham House* em 2020, apresenta alguns exemplos de sistemas de armas autônomos que despontam como peças importantes e de destaque na guerra moderna, tais como o Sistemas de drones autônomos, Sistemas de defesa antiaérea autônomos, Sistemas de mísseis autônomos, Sistemas de defesa antimíssil autônomos e Sistemas de combate autônomos terrestres.

O léxico oficial do exército norte-americano define o drone como um veículo terrestre, naval ou aeronáutico, controlado a distância ou de modo automático. A população de drones não se compõe apenas de objetos voadores. Pode haver tantos tipos de drone quanto famílias de armas: drones terrestres, drones marítimos, drones submarinos e até drones subterrâneos, imaginados sob a forma de grandes toupeiras mecânicas.

¹ Redes neurais são um modelo computacional inspirado no funcionamento do cérebro humano e em seu sistema de neurônios interconectados

Qualquer veículo, qualquer máquina pilotada pode ser “dronizada” a partir do momento em que não há mais tripulação humana a bordo. (CHAMAYOU, 2015, p.15.)

4.1.1 Sistemas de Combate Aéreo Autônomos

Os drones aéreos e sua tecnologia foram adaptados para uso em situações de conflitos há alguns anos, mas, segundo Singer (2012), o uso do equipamento foi angariando a confiança das tropas conforme demonstrava bons resultados nas operações em que foram empregados. Entretanto, a utilização da tecnologia obteve maior destaque no contexto das operações antiterroristas. Nessas ações, o uso letal dos drones no exterior se evidenciou e passou a receber altos índices de aprovação por parte da população norte-americana.

Com o amplo desenvolvimento da inteligência artificial, surgiram os Sistemas de Combate Aéreo Autônomos, os quais são definidos por Lira, Dorigo, e Saffiotti (2019), como um sistema robótico aéreo que pode voar, detectar e identificar alvos, tendo inclusive a capacidade de tomar a decisão, sem a necessidade de uma influência humana direta, de como e quando atacar esses alvos. Constituindo, portanto, importantes instrumentos, capazes de serem usados em diversos cenários conflituosos, desde o combate assimétrico em ambientes urbanos até a guerra convencional envolvendo forças nacionais opositoras.

Desde o início da Operação militar especial russa em território ucraniano, os UAV, sigla em inglês para Veículo Aéreo não tripulado (*Unmanned Aerial Vehicle*), tem sido amplamente empregados, apresentando um caráter crucial na condução, e na obtenção dos resultados táticos e estratégicos concebidos ao longo das ações desencadeadas até o momento. Tais resultados são obtidos por ações estratégicas e pontuais, assim como sugerido por Kaufman (2022) que discorre sobre o emprego de drones russos *Kalashnikov KUB-BLA* com sistema de decisão automatizado e dotado de inteligência artificial, para abater um alvo por meio da detonação de 3 quilogramas de explosivos em território ucraniano.

Em março de 2023, os UAV tornaram a se destacar nos noticiários internacionais, quando o Departamento de Defesa dos EUA afirmou que dois jatos russos *SU-27 Flanker* realizaram uma interceptação contra um UAV americano *MQ-9 Reaper* que sobrevoava o mar negro. Esse mesmo modelo de drone, também esteve presente na mídia por ter sido o responsável por abater, mediante ordens emitidas

pelo ex-presidente Donald Trump, Qassem Soleimani, então chefe da unidade especial da Guarda Revolucionária do Irã.

Segundo a *General Atomics Aeronautical Systems*, fabricante do *MQ-9 Reaper*, o equipamento, apesar de possuir certo grau de autonomia, não é programado para atuar de forma completamente autônoma, já que depende do controle e da supervisão de um operador humano, sendo dotado, entretanto, de sistemas de inteligência artificial que permitem que ele tome decisões autônomas relacionadas com os ajustes de sua missão ou trajetória de voo.

Figura 1 - MQ-9 Reaper



Fonte: Wikipédia (2023)

Por outro lado, o *X-47B*, essencialmente autônomo, foi desenvolvido para a Marinha dos Estados Unidos com a finalidade de explorar, o potencial da aviação não tripulada de forma a prover toda a base tecnológica necessária para o desenvolvimento de uma frota de drones autônomos e inteligentes permanentes e em condições de se basearem nos porta-aviões da *US Navy*. Benitz (2012) destaca que o *X-47B* foi projetado para voar usando apenas sistemas automatizados e cumprir missões de reconhecimento e ataque. Após o período de testes para o qual foi confeccionado, Benitz afirma que o *X-47B* cumpriu seu papel como um protótipo e apresentou ao mundo o gigantesco nível de desenvolvimento tecnológico e o amplo leque de operações para as quais a IA pode ser empregada neste segmento.

Figura 2 - Northrop Grumman X-47B



Fonte: Wikipédia (2023)

Do outro lado do mundo, o governo chinês vem investindo fortemente no desenvolvimento de Sistemas de Combate Aéreo Autônomos, por intermédio da Corporação de Ciência e Tecnologia Aeroespacial da China. Segundo Morgan (2020), os projetos chineses nessa temática permanecem sobre relativo sigilo, mas apresentam fortes indícios na direção do desenvolvimento de drones aéreos de ataque furtivo, semelhantes ao *X-47B*, capazes de identificar e disparar contra alvos sem intervenção humana direta, dado que visam penetrar em ambientes mesmo que provados de seus sistemas de comunicação.

4.1.2 Sistemas de combate autônomos terrestres

Para Pissardini (2014), Veículos autônomos terrestres são um tipo de veículo motorizado capaz de ser conduzido, autonomamente, por um sistema informatizado sem que seja necessária a intervenção humana direta. De forma análoga, os sistemas de combate autônomos terrestres são compostos por veículos terrestres não tripulados que podem realizar ações de combate de forma autônoma e independente, ou seja, sem intervenção humana direta no processo de tomada de decisão. Esses sistemas são programados para operar em diferentes cenários de combate, seguindo as instruções e coordenações que foram a eles “ensinadas” pelos projetistas e programadores.

Para Mello (2021), o principal benefício do uso militar de sistemas de combate autônomos terrestres são o acesso em áreas remotas ou de grande risco, sem que haja a necessidade de expor os militares ao risco de forma desnecessária. Os sistemas terrestres não tripulados podem ser equipados com armas que permitem a sua operação remota, a partir de uma base por militares devidamente treinados, mas também possuem um certo nível de autonomia, para a qual a IA desponta como grande alternativa para a condução das ações.

Em termo gerais, os veículos de combate autônomos terrestres são equipados com tecnologias avançadas, como sistemas de inteligência artificial e algoritmos de tomada de decisão, programados para identificar alvos, avaliar ameaças, planejar e executar ações táticas, tudo sem a necessidade de um operador humano os controlando em tempo real. Observando o dinamismo oferecido por esta tecnologia para a Guerra do futuro, o Exército dos Estados Unidos criou o programa de Sistema de Combate Terrestre Robótico (*Robotic Combat Vehicle System*, abreviado como *RCV System*). O *RCV System* intenciona desenvolver e implementar veículos

autônomos capazes de atuar em combate, por meio de plataformas dotadas de inteligência, mas programadas, para agir sob relativo controle humano, principalmente, em situações que envolvam riscos para a vida de terceiros

Além dos EUA, outras potências mundiais também desenvolvem projetos nesta temática. Entre os principais exemplos de Sistemas de combate autônomos terrestres atuais, tem-se o *THEMIS ADDER*, um veículo terrestre autônomo desenvolvido pela empresa estoniana *Milrem Robotics*; o *URAN-9*, um veículo de combate autônomo desenvolvido pela empresa russa *JSC 766 UPTK*; e o *Type-X*, um veículo de combate autônomo desenvolvido pela empresa sul-coreana *Hanwha Defense*, projetado para atuar em cenários urbanos e portar variadas opções de armamento, incluindo metralhadoras, lançadores de granadas e sistemas antitanque.

O Exército Popular de Libertação (em inglês: *People's Liberation Army - PLA*) também tem investido em pesquisas no campo de combate autônomo terrestre. Morgan (2020) destaca as inovadoras plataformas terrestres desenvolvidas, como o *Sharp Claw II*, capaz de realizar autonomamente ações de reconhecimento, identificação e rastreamento de alvos, além de engajar alvos, caso necessário, com a permissão humana. Além disso, Morgan reforça que entre as grandes ambições tecnológicas do PLA, tem-se o desenvolvimento de uma linha de USV de combate, sendo o maior deles o D3000 de 30 metros, capaz de operar de forma independente por até 90 dias.

4.1.3 Sistemas Autônomos Marítimos (SAM)

No que tange o crescimento do Poder Naval¹, o desenvolvimento dos SAM tem ganhado maior relevância de acordo com o dinamismo ofertado por diferentes tecnologias de automação, principalmente no que se refere à utilização da IA nesse contexto. Para Johansson (2018), devido à limitação intrínseca da largura de banda para comunicações no oceano, os sistemas sem fio no oceano requerem substancialmente mais autonomia do que os sistemas na superfície ou no ar.

Nesse contexto, A Marinha chinesa tem assumido relativo protagonismo, com a implementação do *Jinghai USV*, descrito por Morgan (2020) como uma pequena

¹ Segundo o EMA-331, Doutrina Militar Naval, O Poder Naval é um dos componentes da expressão militar do Poder Nacional que compreende os meios navais, aeronavais e de fuzileiros navais; as infraestruturas de apoio; e as estruturas de comando e controle, de logística e administrativa.

embarcação de patrulha não tripulada capaz de navegar autonomamente e desviar de obstáculos com a finalidade de ser empregado na defesa de portos e frotas no Mar da China Meridional, esse USV, diferentemente do *Sea Hunter* norte americano, pode ser fortemente armada com torpedos e mísseis superfície-superfície. Ainda na China, Morgan destaca o desenvolvimento de drones subaquáticos e de alto mar e infere que alguns dos principais navios de guerra do PLA também tiveram seus sistemas defensivos automatizados, podendo funcionar, inclusive, de forma totalmente autônoma a partir de informações pré-programadas.

Já no ocidente, Spencer (2017), detalha que a Marinha Real Britânica tem se destacado na pesquisa e no desenvolvimento de SAM, tendo em vista que a utilização destes equipamentos oferece uma vantagem estratégica para a defesa marítima do Reino Unido e reforça sua posição no contexto geopolítico. Esse avanço britânico de cunho naval reflete a vocação histórica do país para o mar e intensifica a importância das pesquisas relacionadas ao SAM para o fortalecimento da indústria de defesa, além de reforçar o poder dissuasório que tais sistemas oferecem, por meio de vantagens no combate expedicionário ante a possíveis adversários.

4.1.4 Sistemas de Defesa Antiaérea Autônomos

A Artilharia Antiaérea tem se definido como poderoso fator de decisão das guerras modernas, em face da sofisticação do emprego dos vetores aéreos no combate. Por conta disso, países desenvolvidos têm priorizado e desenvolvido a Artilharia Antiaérea (AAAe) em suas Forças Armadas (CRUZ, 2002, p. 34).

Um dos equipamentos militares que mais tem alcançado repercussão internacional nos dias atuais são os Sistemas de Defesa antiaérea utilizados em diferentes conflitos pelo mundo, como por exemplo no persistente conflito entre o estado de Israel e o Movimento da Resistência Islâmica, o Hamas, e, desde fevereiro de 2022, na Guerra envolvendo a Rússia e a Ucrânia. Esses sistemas se destacam pela autonomia como são empregados, já que são projetados para identificar, rastrear e até mesmo neutralizar ameaças aéreas de forma imediata e sem intervenção humana direta. Esses equipamentos são definidos como Sistemas de defesa

antiaérea autônomos e são baseados em amplas e avançadas tecnologias, as quais estão fortemente ligadas com a Inteligência Artificial, principalmente no que se refere à orientação de seu ciclo de funcionamento a partir de dados previamente programados.

Entre os exemplos dessa tecnologia, o *Iron Dome* tem obtido significativo destaque em âmbito internacional.

Landau (2014) apresenta dados significantes relativos à redução do número de vítimas civis israelenses desde a entrada do *Domo de ferro em operação*, tendo em vista a redução da efetividade dos ataques com foguetes em larga escala lançados pelo Hamas, operado a partir da região de Gaza contra as cidades israelenses. Diante disso, os índices de confiança e aprovação do equipamento pela sociedade civil israelense alcançou resultados bastante positivos, passando a ser visto pela população como um verdadeiro escudo.

Além do Iron Dome, outros sistemas de defesa Antiaérea também estão sendo modernizados e preparados para atuar em conjunto com a IA, tais como o famoso *Patriot*, fabricado pelos Estados Unidos. Na mesma direção, Morgan (2020) afirma que as Forças Armadas russas têm conseguido importantes progressos para melhorar a integração de seus sistemas de defesa aérea usando IA para reduzir a carga cognitiva dos soldados. Em 2018, a Rússia iniciou os testes com um novo sistema de controle automatizado, baseado em IA, para integrar e coordenar as baterias de defesa antiaérea dos sistemas *Pantsir-S1*, *Triumf* e *S-400* aos modernos sistemas de radar em um único domínio, aumentando significativamente a autonomia e a rapidez para o emprego destes meios.

Por fim, é importante observar que a tecnologia e os sistemas de defesa antiaérea estão em constante evolução, e novos sistemas podem ser desenvolvidos e implantados a qualquer momento.

4.2 Mísseis de longo alcance

Outro campo da tecnologia militar que tem se desenvolvido significativamente por meio da adoção de princípios da IA é o relacionado aos mísseis inteligentes de longo alcance. Nesse ramo, a IA se apresenta como peça chave e fundamental na capacidade desses artefatos em utilizar algoritmos avançados para interpretar alterações climáticas, dados do terreno ou até mesmo informações de inteligência

relacionadas a mudança de atividade e localização dos alvos, ofertando assim grande controle e precisão no combate.

São inúmeras as possibilidades que envolvem o emprego da IA no funcionamento dos modernos mísseis militares. Os mísseis de cruzeiro utilizam a tecnologia para operar de forma autônoma e tomar decisões em tempo real durante o voo, respondendo inclusive a mudanças no ambiente durante a missão; já os mísseis contra navios de superfície equipados com IA podem usar técnicas avançadas de processamento de imagem e reconhecimento de padrões para identificar e rastrear embarcações inimigas, abatendo os alvos com elevada precisão; enquanto os mísseis antiaéreos, utilizados para defender áreas ou alvos terrestres estão aptos a responder de forma imediata qualquer ameaça aérea, como aeronaves ou mísseis inimigos.

Um importante míssil de longo alcance é o míssil contra navios de superfície desenvolvido pelos Estados Unidos, o *LRASM*. Segundo Morgan (2020), esse míssil tem a capacidade de selecionar e engajar alvos de forma autônoma, mesmo em ambientes com GPS e comunicações negadas. Paralelamente, a Rússia não fica para trás nessa temática, e desenvolveu, recentemente, o sistema de míssil terra-ar (SAM) *S-400 Triumph* o qual, assim como o *LRASM*, é capaz de detectar de forma autônoma alvos inimigos e engajar simultaneamente até 36 alvos a uma distância de até 250 quilômetros. Ainda conforme Morgan (2020), a China também está desenvolvendo mísseis inteligentes de cruzeiro equipados com IA, com a capacidade de atuar também de forma semelhante ao *LRASM*, no que tange a definição de rota e recursos de identificação de alvos.

4.3 Inteligência artificial utilizada na logística e no planejamento militar

A inteligência artificial é realidade em âmbito militar e desempenha papel fundamental no que se refere à logística e ao planejamento de atividades militares, principalmente no que tange a busca pela eficiência e eficácia na alocação de forças e recursos escassos.

Nesse contexto, ressalta-se a criação do *Joint Artificial Intelligence Center* (JAIC) nos EUA, concebido, segundo Sousa (2022), para desenvolver as capacidades na área da IA para o uso responsável pelas Forças Armadas americanas (*United States Department of Defense*, 2018). Este centro reforça a importância estratégica da tecnologia e, conforme Morgan (2020), trabalha com a IA em diversos níveis, tais como o aprimoramento de softwares relacionados aos sistemas de armas autônomas,

e o esforço para aprimorar a utilização de tecnologias de reconhecimento e detecção, em ambiente operacional. Esse tipo de investimento do governo norte-americano, cotado em bilhões de dólares anuais, evidencia a chamada Terceira Estratégia de Compensação (*Third Offset Strategy*), a qual, segundo McGrath (2016), trata-se de uma abordagem estratégica desenvolvida pelo Departamento de Defesa dos Estados Unidos para manter a vantagem tecnológica militar dos Estados Unidos e seus aliados diante de ameaças emergentes, buscando alavancar tecnologias avançadas, como inteligência artificial, sistemas autônomos e análise de big data, para aprimorar as capacidades militares e manter a superioridade na guerra de informação. Dessa forma, concentra-se no desenvolvimento de abordagens inovadoras para combater a evolução das táticas e capacidades dos adversários no domínio da informação. Nesse contexto, Sousa destaca ainda o trabalho do JAIC para desenvolver o conceito de *Hyperwar*, no qual a ação e intervenção humana é praticamente nula no processo de assessoria ao decisor, tendo em vista que as ações passam a se basearem em uma malha adaptativa de redes de batalha, que conecta sensores e operadores em uma rede robusta de dados, trabalhando segundo padrões pré-definidos e fornecendo assim todas as informações disponíveis no campo de batalha aos tomadores de decisões de forma rápida e completa. Ainda no contexto Norte-americano, Kase (2022) destaca a atuação da Estrutura de Planejamento Automatizado (*Automated Planning Framework*, APF) do Exército norte americano, a qual insere tecnologias autônomas no fluxo de trabalho do Processo de Tomada de Decisão Militar (MDMP), fornecendo assistência contextual durante o planejamento das missões de forma rápida e eficaz.

Por outro lado, mantendo o paralelismo global de desenvolvimento desta tecnologia, Morgan (2020) afirma que tanto o governo russo quanto o chinês têm alavancado suas pesquisas nesse sentido. Por um lado, a Rússia insere fortemente elementos de IA na sua infraestrutura de comando e controle, particularmente em plataformas de suporte de planejamento e tomada de decisão, resultando no desenvolvimento do *Bylina*, uma plataforma C2 de nível brigada, baseada em um sistema totalmente autônomo que analisa situações de combate, identifica alvos, escolhe como os desativar e, finalmente, emite ordens para as forças no campo de batalha. Ao passo que o PLA também tem se interessado em usar a IA para aumentar a eficiência e a rapidez no processo de tomada de decisão, comparando a IA a um “oficial de estado-maior digital indispensável” que ajuda a determinar o tempo para as

operações, identifica a direção principal do inimigo e até define a direção principal para o emprego das tropas.

4.4 O uso da inteligência artificial nos simuladores militares

No mundo contemporâneo, a utilização da IA nos simuladores militares tem se destacado como uma das principais aplicações desta tecnologia em âmbito militar, particularmente por ajudar a criar um ambiente de simulação mais realista, permitindo que os militares se adestrem em circunstâncias semelhantes às que podem ser encontradas no campo de batalhas. Nesse Contexto, Campbell (1997) disse que a IA pode ajudar a resolver informações conflitantes ou relacionar de forma pratica o raciocínio com incerteza proveniente da dita "Névoa da Guerra".

Desta forma, oferta-se as forças armadas atuais a possibilidade de uso da IA nos chamados "jogos de guerra", de forma a aumentar a interação por meio da simulação das ações e reações que podem se desenvolver no campo de batalhas. Por isso, evidencia-se que o aumento das pesquisas relativas a IA com ênfase em mineração de dados situacionais e da capacidade preditiva da máquina, corrobora para melhorar a eficiência e reduzir os custos do treinamento militar, bem como melhorar a eficácia da missão e a adequabilidade dos equipamentos e materiais.

Dentre os simuladores militares atuais, Kase (2022) destaca a utilização do *Semi-Automated Forces (OneSAF)*, empregado para treinamento no exército norte-americano. Este sistema, inter operável com as plataformas de comando e controle, oferece modelagem e simulação de forças terrestres geradas por computador, incluindo soldados, tanques, helicópteros e outros meios, em uma representação de campo de batalha semelhante à realidade. Entretanto, para Kase, o *OneSAF*, apesar de ser amplamente reconhecido, não é completamente adequado às capacidades relacionadas à IA. Em vez disso, o autor sugere que o desenvolvimento de abordagens de *wargaming*¹ habilitadas para IA, baseadas em avançadas plataformas de software com capacidade de interação e visualização multimodal, é essencial para fornecer a flexibilidade e adaptabilidade de tomada de decisão necessárias para atender às realidades emergentes e atuais do combate. Em vias gerais, Kase (2022) afirma que o uso de tecnologias de IA pode melhorar a velocidade e a precisão da

¹ *Wargaming* é uma prática que envolve simular situações de guerra para fins de treinamento, planejamento ou análise tática.

tomada de decisão, bem como fornecer aos comandantes informações mais abrangentes e relevantes para apoiar seus processos de tomada de decisão, tanto nos simuladores quanto nas situações reais de combate.

Dessa forma, ao concluir a apresentação dos avanços tecnológicos que envolvem a utilização da inteligência artificial em âmbito militar, foi concebida uma tabela síntese das temáticas que refletem as principais vantagens dos avanços militares com maior potencial disruptivo.

Tabela 3. Principais vantagens dos avanços militares que utilizam Inteligência Artificial

Avanços Militares	Principais vantagens	Autor(es)
Sistemas Autônomos de Combate	<ol style="list-style-type: none"> 1. Redução de baixas; 2. Aumento da eficiência; 3. Aumento da precisão; e 4. Maior flexibilidade de emprego. 	Arkin (2009) e Scharre (2018)
Mísseis de longo alcance com IA	<ol style="list-style-type: none"> 1. Capacidade de autonavegação; 2. Reconhecimento de alvos; 3. Aumento da precisão; e 4. Adaptação a contramedidas defensivas. 	Morgan et al. (2020)
Inteligência Artificial para Logística e Planejamento Militar	<ol style="list-style-type: none"> 1. Redução do tempo para tomada de decisão; 2. Previsão e análise da demanda; 3. Aumento da eficiência; 4. Maior precisão dos planos; e 5. Estudo imediato da situação militar. 	Morgan et al. (2020) e Palavenis (2022)
Simuladores Militares	<ol style="list-style-type: none"> 1. Comportamento realista do inimigo; 2. Adaptação da máquina as atitudes do militar em ação; 3. Feedback ajustado ao cenário simulado; e 4. Treinamento em cenários diversificados. 	Kase (2022)

Elaboração: Própria

5. O DILEMA ÉTICO POR TRÁS DA INTRODUÇÃO DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL EM ÂMBITO MILITAR

As discussões contemporâneas sobre os riscos que envolvem a inteligência artificial são frequentemente ligadas às representações e ao imaginário popular desenvolvidos por dezenas de filmes de ficção científica que tornaram os “robôs assassinos” um dos grandes temores do mundo moderno. Independentemente dessas narrativas retratarem, ou não, os riscos para os cenários futuros, é fato que tais histórias de ficção incentivam, em certa medida, uma discussão que hoje em dia se intensifica devido ao foco com o qual esta tecnologia é tratada, uma vez que se mostra como uma das grandes temáticas do século XXI. A IA se tornou uma realidade e, infelizmente, traz consigo preocupações e cuidados que devem ser observados tanto no processo de desenvolvimento da tecnologia quanto na sua implementação nos mais diferentes setores onde ela possa vir a ser empregada.

Nesse contexto, a introdução das tecnologias emergentes baseadas na automação e na Inteligência Artificial, revertem-se de especiais questionamentos éticos referentes à sua utilização no ambiente militar. Tais questões surgem, principalmente, ao delegar a um modelo computacional, baseado em um algoritmo de aprendizado, a decisão sobre uma ação potencialmente destrutiva ou até mesmo mortal.

Na tabela a baixo, apresenta-se uma síntese de algumas das temáticas e questionamentos levantados por meio da análise do dilema ético que permeia a introdução da IA no contexto militar, de forma a fomentar a reflexão e estimular o pensamento crítico a respeito do assunto.

Tabela 4. Principais questionamentos que envolvem o dilema ético da IA militar

Temática	Principais questionamentos
Decisões autônomas	A quem responsabilizar por ações tomadas por sistemas autônomos? Como garantir que esses sistemas tomem decisões éticas em situações complexas de combate?
Discriminação e violação dos direitos humanos	A IA pode ser usada para identificar e atacar alvos civis ou militares com base em características como raça, religião ou nacionalidade. Como garantir que não atentem contra inocentes? Como evitar que tais vieses se perpetuem?

Dinamismo dos conflitos	Como evitar que ocorra a rápida e descontrolada escalada dos conflitos a partir das respostas imediatas dos sistemas militares baseados em IA?
Transparência	Como garantir a transparência em relação aos algoritmos e ao funcionamento interno dos sistemas de IA de forma a ser possível a prestação de contas e a compreensão das decisões tomadas?
Uso de dados pessoais	Como garantir que os dados de civis estejam seguros e invioláveis?
Desumanização da guerra (Sentimento de Injustiça)	Tornou-se mais fácil para as potências militares que detém a tecnologia da IA tomar decisões que afetam a vida humana sem considerar as consequências éticas? O combate deixou de ser justo?

Fonte: Adaptado de Yu et al.(2018) e Johansson (2018).

Para entender alguns dos questionamentos apresentados na Tabela 4, deve-se primeiro entender que, assim como dito por Garcia (2020), a inteligência da máquina depende da qualidade dos dados e dos exemplos a que ela é submetida. Com base nas informações apresentadas, ela exerce o *Machine Learning*, descrito por Alan Turing, e passa a trabalhar com modelos estatísticos precisos que se convergem em uma decisão em questão de segundos. Dessa forma, Garcia (2020) afirma que muito da problemática que envolve a IA está relacionado ao fato que se a máquina receber dados e informações carregados de vieses e preconceitos, por seus programadores humanos, ela irá não só aprender com eles como perpetuá-los.

O dilema ético que envolve a introdução desta tecnologia no ambiente militar reside, para Belk (2021), na automação da tomada de decisões letais, o que pode resultar na perda do controle humano sobre o uso da força, ficando assim envolto por preocupações sobre responsabilidade, moralidade e por possíveis consequências negativas incalculáveis. Além disso, a introdução da inteligência artificial no contexto militar implica em significativas alterações à conjuntura global, bem como para a natureza da guerra e dos conflitos armados, o que faz com que as principais potências militares do mundo não possam se abster nesta discussão.

Atualmente, a guerra é orientada pelo Direito Internacional dos Conflitos armados (DICA) e, frequentemente, tem seus norteadores e jurisprudências divididos nos critérios *jus ad bellum* e *jus in bello*. Para Johansson (2018), existem dois critérios do *jus ad bellum* que são relevantes na análise ética por trás da IA no âmbito militar:

o princípio da justa causa e o princípio da proporcionalidade, tendo em vista que o motivo que leva à guerra precisa ser justo e que os benefícios antecipados de travar uma guerra devem ser proporcionais aos seus malefícios ou danos esperados. Johansson entende que não é possível argumentar apenas com os critérios do *jus in bello* nessa temática, tendo em vista que a posse de sistemas autônomos também pode afetar a interpretação do *jus ad bellum*, pois podem aumentar a inclinação para iniciar uma guerra, já que tais sistemas têm vantagens em termos de redução de baixas para o possuidor, fazendo com que a guerra pareça menos custosa a ele, em termos de baixas de combatentes.

Um outro interessante apontamento de Johansson (2018), é o aumento do sentimento de injustiça por parte daqueles que não possuem essa tecnologia. Tendo em vista que pode haver uma sensação de que a parte que os usa é covarde. Argumenta-se, inclusive, que o direito de matar o oponente na guerra convencional é assentado na ideia pré-concebida de uma imposição recíproca do risco de morte, e esse senso de justiça, baseado na reciprocidade do combate, acaba por ser, indiscutivelmente, removido se um dos opositores faz uso de robôs ou sistemas autônomos em geral.

Apesar das significativas vantagens estratégicas e táticas advindas da introdução das tecnologias baseadas em inteligência artificial no campo de batalha, Etzioni e Etzioni (2017) relatam que alguns críticos defendem a necessidade de limitar essas armas, ou até mesmo proibi-las, por uma variedade de razões morais e legais. Em paralelo, Garcia (2020) também destaca que, apesar dos benefícios que a inteligência artificial tem gerado no mundo contemporâneo, existe o alerta para exemplos de vieses e preconceitos exacerbados por sistemas inteligentes. Vieses estes que, caso aceitos e internalizados pelos sistemas de IA, por ocasião de seu treinamento e programação, podem concorrer para danos e perdas irreversíveis.

Uma outra preocupação ética importante, tanto no contexto militar de emprego da IA, quanto no civil, está na questão da vigilância ubíqua. Esta preocupação é definida por Belk (2021) como a prática de monitorar constantemente e em tempo real as atividades e comportamentos das pessoas em todos os lugares, usando uma variedade de dispositivos e tecnologias. Essa ação apesar de muito proveitosa no âmbito militar, por favorecer a identificação de dados importantes para o planejamento das ações de combate, pode ter implicações muito preocupantes, ao passo que, assim como descrito por Belk, concorrem para invasões relevantes a privacidade e a

segurança dos dados das pessoas, bem como atua de forma oposta aos preceitos da liberdade individual.

Em relação a necessidade de sistemas autônomos transparentes, faz-se mister que estes equipamentos sejam auditáveis. Yu (2018) infere que deve ser possível compreender claramente as decisões tomadas pela inteligência artificial. Para tal, estão apresentadas, na tabela a seguir, algumas abordagens que garantem essa transparência aos sistemas.

Tabela 5. Abordagens que garantem transparência ao uso da inteligência artificial

Abordagem	Vantagem
Explicabilidade	Permitir que os usuários entendam as decisões da IA através da apresentação dos dados de entrada e das saídas geradas.
Auditoria	Garantia de conformidade com os padrões normativos vigentes.
Regulação	Exigir transparência aos sistemas de IA e aplicar sanções em caso de não conformidade.
Participação pública	Garantia que os temores da sociedade, apresentados em consultas públicas e fóruns de discussão, sejam levados em consideração no processo de P&D.
Acesso aos dados	Fontes de consulta onde os usuários tenham acesso aos dados de entrada e saída utilizados pelos sistemas de IA.

Fonte: Adaptado de YU et al. (2018).

De maneira geral, a grande questão que permeia o dilema ético relacionado à aplicação da IA em âmbito militar é se a máquina pode decidir quem vive e quem morre? Para responder a esta temática, é preciso entender que o sistema, atuando a partir do *machine learning*, aprende com os dados previamente programados, os quais podem não ser suficientemente detalhados para orientar decisões sobre a vida humana no campo de batalha, já que as informações são inseridas por um programador humano, ou seja, sujeito a erros. Garcia (2020) infere que além da possível inexistência de neutralidade nos dados, uma segunda característica que deve ser levada em conta diz respeito à validade do conhecimento. Consequentemente, as informações contidas nas bases de dados que guiam o aprendizado da máquina podem estar datadas. Logo, a tomada de decisão num momento, ou em um determinado contexto histórico, pode ser totalmente diferente de outro, podendo até mesmo ser inaceitável a repetição das mesmas ações.

Por outro lado, existem aqueles estudiosos que defendem o emprego da inteligência artificial em âmbito militar mesmo quando analisada à luz das questões éticas que fomentam esse debate. Belk (2021), por exemplo, argumenta que os sistemas autônomos de combate podem ser mais morais e consistentes do que soldados humanos, ao passo que não são diretamente abalados por emoções e sentimentos capazes de afetar o julgamento do combatente, levando a decisões menos racionais e mais impulsivas. Belk ainda destaca que, apesar de ser um pouco alarmante, ou até mesmo assustador, um "robô militar" não vai atirar por medo ou de forma imprudente, se recusar a atirar ou até mesmo desertar. Além disso, a elevada precisão e eficiência com que esses sistemas autônomos atuam, resultariam em uma provável redução do número de vítimas civis e do dano colateral iminente aos conflitos armados.

Cabe reforçar que a discussão deste dilema é crucial para garantir o uso sensato e transparente da tecnologia, o que resultará na proteção de vidas, sejam elas civis ou militares, evitará a violação dos direitos humanos e a perpetuação de preconceitos e garantirá o emprego responsável destes importantes avanços tecnológicos.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com o objetivo inicial de apresentar as definições básicas de inteligência artificial, enunciar as vantagens da aplicação desta tecnologia nas operações militares e discutir o dilema ético que envolve o emprego da IA no campo de batalhas, este artigo finda-se com três relevantes considerações: A importância da atualização das instituições de defesa no que se refere ao uso da IA, algumas oportunidades de emprego desta tecnologia no contexto das Forças Armadas brasileiras e a necessidade de fortalecer os laços e parcerias entre as instituições de defesa e as de ciência, tecnologia e inovação.

Em relação a primeira das considerações listadas, tem-se que o significativo aumento da capacidade operacional de combater, aliado a outros apontamentos importantes, como a redução de baixas ao se expor menos as tropas em ambientes de risco, a busca pela eficiência logística e operacional, e os rápidos subsídios ao decisor no processo de exame da situação e tomada de decisão, reforçam a necessidade de se manter um elevado nível de atualização e adaptação ao emprego destas tecnologias, de forma a obter melhores resultados operacionais, preservar a

capacidade de se contrapor à ameaças e aumentar o potencial dissuasório das nações no contexto geopolítico internacional.

A segunda consideração final se encontra no contexto específico das Forças Armadas brasileiras, para as quais percebem-se claras oportunidades de desenvolvimento e melhorias relacionados à adoção dessa tecnologia tanto no nível tático de condução dos conflitos, quanto no operacional e no estratégico. Essas oportunidades se apresentam, principalmente, por meio da utilização de softwares inteligentes de análise de dados e suporte logístico, otimizando os planejamentos e reduzindo, significativamente o tempo necessário para a tomada de decisão; outra oportunidade latente e muito promissora é o emprego de sistemas autônomos de combate, capazes de aumentar a eficiência operacional e reduzir significativamente os riscos às tropas; e, finalmente, a utilização de simuladores inteligentes capazes de interagir com os militares de forma semelhante a uma tropa opositora, clareando assim a névoa do combate. É importante destacar que essas aplicações já fazem parte da realidade das potências militares atuais, que seguem com seus avanços tecnológicos à passos largos em direção às capacidades que fundamentarão a guerra no futuro.

Dentre os tópicos apresentados aqui, muitos são de complexa e delicada introdução, tanto pelos altíssimos investimentos exigidos, quanto pelo desinteresse das potências militares globais em compartilhar tais tecnologias. Essas diferenças e disparidades em relação as tecnologias de defesa são definidas, por Da Silva (2019), como “Abismo Tecnológico”, termo com a qual descreve que a distância entre as capacidades tecnológicas das forças militares tende a aumentar, ao passo que, os países não acompanham o ritmo de modernização dos sistemas mais avançados.

De maneira a evitar que este “Abismo Tecnológico” se concretize na indústria de Defesa brasileira, apresenta-se a terceira e última consideração final deste artigo, que consiste em destacar a importância em estabelecer uma forte inter-relação entre as instituições de defesa e de ciência, tecnologia e inovação, as quais, baseadas nos princípios éticos e de responsabilidade listados na Estratégia Brasileira de Inteligência Artificial (EBIA), e em um forte trabalho conjunto, podem alavancar as pesquisas nacionais nessa área nos próximos anos. A luz da EBIA, e seu o papel de nortear as ações do Estado brasileiro em prol do desenvolvimento das ações, de forma a estimular a pesquisa, inovação e desenvolvimento de soluções em Inteligência Artificial, e de acordo com o entendimento de Mckendrick (2017), para o qual o desenvolvimento da IA para aplicações de uso civil supera, as que são direcionadas

para fins essencialmente militares, faz-se necessário intensificar os convites as instituições do setor público, privado e da academia para subsidiar as ações estratégicas relacionadas a IA, estreitando laços e investindo em instituições de P&D que se destaquem por sua atividade neste ramo.

Além de tudo o que foi apresentado, é mister que se desenvolva a conscientização e o interesse geral, dentro das fileiras militares, pelo assunto inteligência artificial. Fomentar pesquisas, realizar conferências e estimular o debate na área, são ações cruciais para o desenvolvimento da mentalidade sobre esta tecnologia, que apesar de ser muito cara e de difícil desenvolvimento, é disruptiva, e tem se mostrado capaz de causar enormes transformações e alterar sobremaneira a forma como são conduzidas as operações militares no mundo atual. Os investimentos pontuais, conduzidos de forma estratégica e cuidadosa, por meio da parceria com a indústria e a academia, inclusive de forma transnacional, resultarão em inúmeros benefícios para as Forças Armadas brasileiras, podendo inclusive elevar o patamar do país em âmbito militar global, porém não se pode deixar de considerar, em momento algum, as implicações éticas e legais por trás do uso da IA. Sendo para tal, de vital importância, a constante evolução das políticas e das diretrizes que norteiam o uso da tecnologia de forma responsável e segura, principalmente no contexto militar.

Por fim destaca-se que este artigo é apenas uma análise de um recorte da extensa bibliografia que trata das aplicações da inteligência artificial em âmbito militar, sendo limitado, no entanto, pela restrição de documentos, relatórios e publicações ostensivas que abordem os atuais desenvolvimentos da tecnologia, tendo em vista o grau de sigilo com que tais assuntos são tratados pelas grandes potências militares e pelas instituições de P&D ligadas à elas.

REFERÊNCIAS:

ABBASI-GHARAHMANLOO, Nasibeh; POORBAGHERI, Seyedeh Leila; MOUSAVI-KHOSHDEL, Seyed-Masoud. Artificial intelligence in healthcare: past, present and future. *Artificial Intelligence in Medicine*, v. 113, p. 102004, jan. 2021.

AGHION, Philippe et al. Artificial Intelligence and Economic Growth. *Annual Review of Economics*, v. 11, p. 421-443, out. 2019.

ALMEIDA, Thiago Ribeiro de. A necessidade brasileira de uma defesa antiaérea de média altura perante as ameaças sulamericanas. Trabalho de conclusão de Curso – EsACosAAe, Rio de Janeiro, 2012.

ARCHEGAS, J. V. e MAIA, G. O que é inteligência artificial (IA)? Análise em três atos de um conceito em desenvolvimento. *Cadernos Adenauer XXIII*, 11. 2022.

ARKIN, R. C. *Governing Lethal Behavior in Autonomous Robots*. Boca Raton, FL: CRC Press, 2009.

BELK, Russell. Ethical issues in service robotics and artificial intelligence. *The Service Industries Journal*, v. 41, n. 13-14, p. 860-876, 2021.

BENITZ, Frank. The X-47B: Navy UCAS Takes the Air. *Naval Aviation News*, v. 94, n. 4, p. 10-15, 2012.

BRASIL, Marinha do Brasil. EMA-305 – Doutrina Militar Naval. Brasília, 2017

IBM Cloud Education. What is Artificial Intelligence? IBM, 2022. Disponível em <<https://ibm.co/3Flos8t>>. Acessado em 09/05/2023.

CAMPBELL, Larry et al. The use of artificial intelligence in military simulations. In: 1997 IEEE international conference on systems, man, and cybernetics. *Computational cybernetics and simulation*. IEEE, 1997.

CAVAGNARI FILHO, Geraldo Lesbat. A tecnologia e a estratégia do Império. Guerra e Ciência, Campinas, 2002. Disponível em: <https://www.comciencia.br/dossies-1-72/reportagens/guerra/guerra15.htm> Acesso em: 26 maio 2023.

CHATHAM HOUSE. Lethal Autonomous Weapons Systems: A Primer. Londres: The Royal Institute of International Affairs, 2020. Disponível em: <https://www.chathamhouse.org/sites/default/files/2020-02-11-Lethal-Autonomous-Weapons-Systems.pdf>. Acesso em: 12 mai. 2023.

CHAMAYOU, Grégoire. Teoria do drone. São Paulo: Cosac Naify, 2015

CHARNIAK, Eugene; MCDERMOTT, Drew. A Bayesian Model of Plan Recognition. Massachusetts: Addison-Wesley, 1985.

CHRISTENSEN, Clayton M. O dilema da inovação: quando as novas tecnologias levam as empresas ao fracasso. São Paulo: Makron Books, 2000.

CRAWFORD, Kate; PAGLEN, Trevor. Excavating AI: The politics of images in machine learning training sets. *Ai & Society*, v. 36, n. 4, p. 1105-1116, 2021.

CRUZ, Marcos Peçanha da. Desenvolvimento: medidas necessárias que estão sendo ou podem vir a ser adotadas para desenvolver a Artilharia Antiaérea do Brasil. *Revista da Escola de Artilharia de Costa e Antiaérea*, Rio de Janeiro, n. 8, p. 34, 2002.

DA SILVA, Peterson Ferreira. A Guerra do Futuro já começou e o Brasil enfrenta o desafio do abismo tecnológico. *Centro de Estudos Estratégicos do Exército: Análise Estratégica*, v. 11, n. 1, p. 25-32, 2019.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Department of Defense. Dictionary of military and associated terms. Virgínia: Department of Defense, 2010.

ETZIONI, Amitai; ETZIONI, Oren. Os prós e os contras dos sistemas de armas autônomos. *Military Review*, p. 1-11, 2017.

GARCIA, Ana Cristina. Ética e inteligência artificial. *Computação Brasil*, n. 43, p. 14-22, 2020.

Harvard Law School's International Human Rights Clinic. *Autonomous Weapons: An Open Source Primer*. Cambridge: Harvard Law School's International Human Rights Clinic, 2021. Disponível em: <https://hrp.law.harvard.edu/autonomous-weapons/>. Acesso em: 12 de maio de 2023.

HAUGELAND, John. *Artificial Intelligence: The Very Idea*. Massachusetts: The MIT Press, 1985.

INSINNA, Valerie. Get ready for another fight over the future of the MQ-9 Reaper. *Defense News*, 26 maio 2021. Disponível em: <https://www.defensenews.com/air/2021/05/26/get-ready-for-another-fight-over-the-future-of-the-mq-9-reaper/>. Acesso em: 12 maio 2023.

IISS. *Minds at War: The Rise of Autonomous Weapons and the Need for an International Treaty*. International Institute for Strategic Studies, 2017.

JOHANSSON, Linda. Ethical aspects of military maritime and aerial autonomous systems. *Journal of Military Ethics*, v. 17, n. 2-3, p. 140-155, 2018.

KASE, Sue E. et al. The future of collaborative human-artificial intelligence decision-making for mission planning. *Frontiers in Psychology*, v. 13, p. 850628, 2022.

KAUFMAN, Dora. Maior ameaça militar contemporânea: drones autônomos letais. *Época Negócios*, São Paulo, 01 abr. 2022. Disponível em: <https://epocanegocios.globo.com/colunas/IAgora/noticia/2022/04/maior-ameaca-militar-contemporanea-drones-autonomos-letais.html>. Acesso em: 12 mai. 2023.

KURZWEIL, Ray. A tecnologia e a aceleração exponencial da mudança. In: TEDx. Disponível em https://www.ted.com/talks/ray_kurzweil_on_how_technology_will_transform_us/transcript?language=pt-br. Acessado em: 9 mai. 2023.

LANDAU, Emily B.; BERMANT, Azriel. Iron Dome protection: missile defense in Israel's security concept. The lessons of operation protective edge, p. 37-42, 2014.

LAMPERT, F.; DOS SANTOS, E. M.; KROLL, D. (org.). Inteligência Artificial. Florianópolis: Editora da UFSC, 2020.

LIRA, W., DORIGO, M., & SAFFIOTTI, A. (2019). Autonomous drones for military operations: A survey. Robotics and Autonomous Systems, 113, 57-76.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI). Acompanhe o MCTI - Transformação Digital: Inteligência Artificial. Disponível em: <https://www.gov.br/mcti/pt-br/acompanhe-o-mcti/transformacaodigital/inteligencia-artificial>. Acesso em: 13 jul. 2023

MCCARTHY, John et al. A proposal for the dartmouth summer research project on artificial intelligence, august 31, 1955. AI magazine, v. 27, n. 4, p. 12-12, 2006.

MCCULLOCH, Warren S.; PITTS, Walter. A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity. The bulletin of mathematical biophysics, v. 5, p. 115-133, 1943.

MCGRATH, James R. Twenty-first century information warfare and the third offset strategy. Joint Force Quarterly, v. 82, n. 3, p. 16-23, 2016.

MELLO, Ricardo Ribeiro de. Os Princípios do Direito Internacional dos Conflitos Armados e o emprego das Armas Autônomas Letais na Guerra. 2021.

MORGAN, Forrest E. et al. Military applications of artificial intelligence: ethical concerns in an uncertain world. RAND PROJECT AIR FORCE SANTA MONICA CA. Santa Mônica, 2020.

NASCIMENTO MOTA, Dardano. Uma proposta de aplicações de inteligência artificial ao SISFRON. A defesa nacional, N847, p. 46-52, 2022.

NISHIO, Shuichi; ISHIGURO, Hiroshi; HAGITA, Norihiro. Geminoid: Teleoperated android of an existing person. *Humanoid robots: New developments*, v. 14, n. 343-352, p. 10.1109, 2007.

PALAVENIS, Donatas. *The Use of Emerging Disruptive Technologies by the Russian Armed Forces in the Ukrainian War*. Air Land Sea Application Center Joint Base Langley-Eustis, Virginia, 2022.

PARLAMENTO EUROPEU. O que é a inteligência artificial e como funciona? Parlamento Europeu, 27 ago. 2020. Disponível em <<https://www.europarl.europa.eu/news/pt/headlines/society/20200827STO85804/o-que-e-a-inteligencia-artificial-e-como-funciona>>. Acessado em: 09 de maio de 2023.

PISSARDINI, Rodrigo de Sousa. *Veículos autônomos de transporte terrestre: proposta de arquitetura de tomada de decisão para navegação autônoma*. São Paulo, 2014.

POSTOL, Theodore A. *An Explanation of the Evidence of Weaknesses in the Iron Dome Defense System*. MIT Technology Review, 2014.

ROSENBLATT, Frank. *The perceptron, a perceiving and recognizing automaton Project Para*. Cornell Aeronautical Laboratory, 1957.

RUSSELL, S. J., & NORVIG, P. *Artificial Intelligence: A Modern Approach*. Pearson Education. 2020.

SAMUEL, Arthur L. *Some studies in machine learning using the game of checkers*. IBM Journal of research and development, v. 44, n. 1.2, p. 206-226, 2000.

SANTOS, Ney Anderson Guimarães dos. *A contribuição do emprego dos drones na guerra ao terror para uma revolução militar: a caçada humana no Paquistão e suas consequências*. Escola de Guerra Naval, Rio de Janeiro, 2020.

SOUSA, Carlos Eduardo Pereira de. A inteligência artificial como ferramenta para a tomada de decisão no processo de planejamento conjunto das Forças Armadas Brasileiras. 2022.

SCHARRE, Paul. Army of none: Autonomous weapons and the future of war. WW Norton & Company, 2018.

SINGER, Peter W. Do Drones Undermine Democracy? The New York Times, v. 21, 2012.

SCHUMPETER, Joseph A. Imperialism and Social Classes: Two Essays. Ludwig von Mises Institute, 1972.

SOUTO, Aléssio Ribeiro. Inteligência Artificial: Conceitos Básicos e Aplicações Militares. A Defesa Nacional, Rio de Janeiro, v. 57, n. 732, p. 144-159, 1987. Disponível em: <<http://ebrevistas.eb.mil.br/ADN/article/view/5341>>. Acessado em: 09 de maio de 2023.

SPARCK JONES, Karen. A statistical interpretation of term specificity and its application in retrieval. Journal of documentation, v. 28. 1972.

SPENCER, Ashley C.; NATIONAL DEFENSE UNIV NORFOLK VA. A Vision in Jeopardy: Royal Navy Maritime Autonomous Systems (MAS). 2017.

TURING, Alan M. Computing machinery and intelligence. Springer Netherlands, 1950.

WIKIPEDIA. General Atomics MQ-9 Reaper. Wikipedia: The Free Encyclopedia, Media file. Disponível em: [https://en.wikipedia.org/wiki/File:MQ-9_Reaper_UAV_\(cropped\).jpg](https://en.wikipedia.org/wiki/File:MQ-9_Reaper_UAV_(cropped).jpg). Acesso em: 24 jul. 2023.

_____. Northrop Grumman X-47B. Wikipedia: The Free Encyclopedia. Disponível em: https://en.wikipedia.org/wiki/Northrop_Grumman_X-47B. Acesso em: 24 jul. 2023.

WINSTON, P. H., Artificial Intelligence, Addison- Wesley, Reading, Massachussets,1984.

WORK, Bob. The third US offset strategy and its implications for partners and allies. As Delivered by Deputy Secretary of Defense Bob Work, Washington DC, January, v. 28, 2015.

YU, Han et al. Building ethics into artificial intelligence. 2018.

ZHANG, YuLong et al. Application of artificial intelligence in military: From projects view. 6th International Conference on Big Data and Information Analytics (BigDIA). IEEE, 2020.