

**ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DO EXÉRCITO
ESCOLA MARECHAL CASTELLO BRANCO**

Maj Com **MÁRCIO MASSAHIKO TAKANO**

**O emprego da Inteligência Artificial no planejamento
das Operações Militares**



Rio de Janeiro
2023

Maj Com MÁRCIO MASSAHIKO **TAKANO**

O emprego da Inteligência Artificial no planejamento das Operações Militares

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como pré-requisito para a matrícula no Programa de Pós-graduação *latu sensu* em Ciências Militares, com ênfase em Defesa.

Orientador: GUSTAVO MENDES RÉGUA **BARCELOS** – Maj Inf

Rio de Janeiro
2023

T136e Takano, Márcio Massahiko

O emprego da Inteligência Artificial no planejamento das Operações Militares. / Márcio Massahiko Takano. - 2023.

69 f. : il. ; 30 cm.

Orientação: Joel de Oliveira Arruda.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares)—Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2023.

Bibliografia: f. 39-40

1. Inteligência Artificial. 2. Operações Militares. 3. PPCOT. 4. Comando e Controle . I. Título.

CDD 355.4

Maj Com MÁRCIO MASSAHIKO **TAKANO**

O emprego da Inteligência Artificial no planejamento das Operações Militares

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como pré-requisito para a matrícula no Programa de Pós-graduação *latu sensu* em Ciências Militares, com ênfase em Defesa.

Aprovado em ____ de outubro de 2023.

COMISSÃO AVALIADORA

GUSTAVO MENDES RÉGUA **BARCELOS** – Maj Inf - Presidente
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

JOEL DE OLIVEIRA **ARRUDA** – Maj Cav - Membro
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

RODRIGO MENDES **RÉGUA** BARCELOS – Maj Inf - Membro
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

À minha esposa Lovainia, a quem
me fornece inspiração e o equilíbrio
na minha vida.

AGRADECIMENTOS

A Deus, que é a fonte de toda a sabedoria e força, quero agradecer por me guiar e iluminar meu caminho durante todo o processo de pesquisa e escrita deste trabalho. Sua graça e orientação divina foram fundamentais para que eu pudesse enfrentar os desafios e alcançar este objetivo.

Ao meu orientador e companheiro de formação, Joel de Oliveira Arruda, sou profundamente grato por sua orientação experiente, dedicação e sabedoria de seus aconselhamentos. Suas sugestões, insights e feedbacks críticos foram importantes para o desenvolvimento deste trabalho. Sua paciência em responder às minhas perguntas, sua capacidade de inspirar e seu comprometimento em me ajudar a atingir o melhor de mim mesmo são inestimáveis.

À minha esposa Lovainia, que sempre esteve ao meu lado, quero expressar minha eterna gratidão. Você foi minha rocha, minha confidente e minha maior fonte de inspiração durante toda essa jornada. Suas palavras de encorajamento, paciência infinita e amor incondicional foram fundamentais para que eu pudesse alcançar este objetivo. Obrigado por compreender minhas ausências, por me apoiar em cada desafio e por acreditar em mim, mesmo nos momentos de dúvida. Você é minha inspiração constante.

“A primeira regra de qualquer tecnologia utilizada nos negócios é que a automação aplicada a uma operação eficiente aumentará a eficiência. A segunda é que a automação aplicada a uma operação ineficiente aumentará a ineficiência.”
(Bill Gates)

RESUMO

Este estudo investiga a inserção estratégica da Inteligência Artificial (IA) nas Operações Militares, centrando-se no Processo de Planejamento e Condução das Operações Terrestres (PPCOT). Inspirados pelo modelo OODA, destacamos a crítica importância da agilidade e da Superioridade da Informação no contexto do ciclo de Comando e Controle militar. Apresentamos aplicações concretas da IA em diferentes estágios do PPCOT, delineando seu potencial transformador. Utilizando o Processamento de Linguagem Natural, propomos acelerar a Reunião e Processamento de Informações, enquanto a visão computacional oferece melhorias ágeis e eficazes na Atualização de Informações Cartográficas e Análise do Terreno. Entretanto, enfatizamos os desafios éticos e de segurança que acompanham a integração da IA nas operações militares. O equilíbrio entre inovação e considerações éticas é vital para o sucesso desta incorporação. Este estudo não apenas contribui para a eficiência e precisão nas operações militares, alinhando-se aos Objetivos Estratégicos do Exército Brasileiro, mas também oferece insights valiosos sobre como superar desafios éticos e de segurança na aplicação da IA em contextos críticos.

Palavras-chave: Inteligência Artificial, Operações Militares, PPCOT, Comando e Controle.

ABSTRACT

This study investigates the strategic integration of Artificial Intelligence (AI) in Military Operations, focusing on the Process of Planning and Conducting Ground Operations (PPCOT). Inspired by the OODA model, we underscore the critical importance of agility and Information Superiority within the context of the military Command and Control cycle. We present tangible applications of AI in different stages of PPCOT, outlining its transformative potential. Using Natural Language Processing, we propose accelerating the Meeting and Processing of Information, while computer vision provides agile and effective improvements in Cartographic Information Update and Terrain Analysis. However, we emphasize the ethical and security challenges accompanying the integration of AI into military operations. Striking a balance between innovation and ethical considerations is crucial for the success of this integration. This study not only contributes to efficiency and precision in military operations, aligning with the Strategic Objectives of the Brazilian Army, but also offers valuable insights into overcoming ethical and security challenges in applying AI in critical contexts.

Keywords: Artificial Intelligence, Military Operations, PPCOT, Command and Control.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AAV	Alvo de Alto Valor
AECOPE	Considerações Cíveis e áreas, estruturas, capacidades, organizações, pessoas e eventos
Cnsd Cíveis	Considerações Cíveis
DCGAN's	Deep Convolutional Generative Adversarial Networks
DIPLAN	Diretriz de Planejamento
EB	Exército Brasileiro
EFD	Estado Final Desejado
EM	Estado-Maior
GAN's	<i>Generative Adversarial Networks</i>
GPT	<i>Generative Pre-trained Transformer</i>
IA	Inteligência Artificial
IAE	Inteligência Artificial Estreita
IBM	<i>International Business Machines Corporation</i> (Corporação Internacional de Máquinas de Negócios)
IGA	Inteligência Geral Artificial
L Aç	Linha de Ação
MCOE	Metodologia de Concepção Operativa do Exército
MITeMeTeC	Missão, Inimigo, Terreno e Condições Meteorológicas, Meios e Apoios Disponíveis, Tempo e Considerações Cíveis
NER	Reconhecimento de Entidades Nomeadas
OODA	Ciclo OODA (Observar - Orientar-se - Decidir - Agir)
OOE	Objetivo Estratégico do Exército
OWL	<i>Web Ontology Language</i>
PID	<i>proporcional-integral-derivativo</i>
PITCIC	Processo de Integração Carta, Terreno, Condições Meteorológicas, Inimigo e Considerações Cíveis
PLN	Processamento de Linguagem Natural
PMESIIAT	Fatores operacionais políticos, militares, econômicas, sociais, informações, de infraestrutura (IE), ambiente físico e Tempo
POS	<i>Part-of-Speech</i>
PPCOT	Processo de Planejamento e Condução das Operações Terrestre
PRC	Poder Relativo de Combate
RDF	<i>Resource Description Framework</i>
RDFS	<i>RDF Schema</i>
SAI	Superinteligência Artificial
SISOMT	Sistema de Comando e Controle do Exército Brasileiro
TO	Teatro de Operações

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - O Ciclo das Operações Terrestre.....	38
Figura 2 - Processos, Subprocessos e Tarefas do PPCOT	39
Figura 3 - O Ciclo OODA e a condução das operações militares.....	47
Figura 4 - Interação entre os ciclos OODA amigo e adversário	48

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Resumo dos principais eventos que marcaram a evolução da IA.....	22
Quadro 2 Conceitos de IA	23
Quadro 2 - Fatores Operacionais	40
Quadro 3 - Fatores da Decisão	41

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	14
1.1. PROBLEMA	14
1.2 OBJETIVOS	14
1.2.1 Objetivo Geral.....	15
1.4 RELEVÂNCIA DO ESTUDO	15
2. METODOLOGIA.....	17
2.1. TIPO DE PESQUISA.....	17
2.2. COLETA DE DADOS	17
2.3. TRATAMENTO DOS DADOS	18
2.4. LIMITAÇÕES DO MÉTODO.....	18
3. BREVE RESUMO DA EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA IA.....	20
4. PRINCIPAIS CONCEITOS E TIPOS DE IA.....	23
4.1. O PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL (PLN)	24
4.2. REPRESENTAÇÃO DE CONHECIMENTO	26
4.3. RACIOCÍNIO AUTOMATIZADO.....	27
4.4. APRENDIZADO DE MÁQUINA.....	27
4.5. VISÃO COMPUTACIONAL	28
4.6. ROBÓTICA.....	29
4.7. CLASSIFICAÇÃO POR FUNCIONALIDADES TÉCNICAS.....	30
4.8. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA	31
5. UTILIZAÇÃO MILITAR DA IA EM OUTROS PAÍSES.....	33
5.1. A UTILIZAÇÃO DA IA NOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA.....	33
5.2. A UTILIZAÇÃO DA IA NOS PAÍSES EUROPEUS.....	34
5.3. A UTILIZAÇÃO DA IA EM ISRAEL	35
5.4. A UTILIZAÇÃO DA IA NOS PAÍSES ASIÁTICOS.....	36
6. O PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONDUÇÃO DAS OPERAÇÕES MILITARES DO EXÉRCITO BRASILEIRO	38
6.1. O EXAME DE SITUAÇÃO DO COMANDANTE	42
6.1.1. Análise Da Missão e Considerações Preliminares.....	42
6.1.2. A Situação e Sua Compreensão	43
6.1.3. Possibilidades do Inimigo, Linhas de Ação e Confronto.....	43
6.1.4. Comparação das Linhas de Ação	44
6.1.5. Decisão Análise da Missão e Considerações Preliminares.....	45
6.1.6. Emissão de Planos/Ordens	45

7. APLICAÇÕES DA IA NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONDUÇÕES DAS OPERAÇÕES TERRESTRES (PPCOT)	47
7.1. REUNIÃO E PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÕES	50
7.2. ATUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS	51
7.3. ANÁLISE DO TERRENO	52
7.4. APRENDIZADO E LEVANTAMENTO DE LINHAS DE AÇÃO	53
7.5. CÁLCULO DO PODER RELATIVO DE COMBATE	54
7.6. SIMULAÇÃO DO CONFRONTO	54
7.7. SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ALVOS	55
7.8. CÁLCULO DE ESTIMATIVAS LOGÍSTICAS	56
7.9. PRODUÇÃO DE ORDENS	57
8. OS RISCOS DA UTILIZAÇÃO DA IA NO PLANEJAMENTO DE OPERAÇÕES MILITARES	58
8.1. DESAFIOS ÉTICOS E LEGAIS DA UTILIZAÇÃO DA IA	58
8.1.1. Transparência e Clareza dos Algoritmos	58
8.1.2. Responsabilidade e Auditabilidade em Caso de Falhas	59
8.1.3. Possíveis Violações de Direitos Humanos Durante Operações Autônomas 59	
8.2. VULNERABILIDADES E RISCOS DE SEGURANÇA	59
8.2.1. Potenciais ataques cibernéticos direcionados a sistemas de IA	59
8.2.2. Manipulação de algoritmos para fornecer informações falsas	60
8.2.3. Riscos de dependência excessiva da tecnologia	60
8.3. RISCO DE PERDA DE CONHECIMENTO DOUTRINÁRIO	60
8.4. DESAFIOS NA TOMADA DE DECISÕES AUTÔNOMAS	61
8.4.1. Avaliação da capacidade das ia em lidar com situações imprevistas	61
8.4.2. Consequências de decisões rápidas e autônomas em ambientes complexos	61
9. CONCLUSÃO	62

1. INTRODUÇÃO

Na era digital em que vivemos, as fronteiras entre o virtual e o real tornam-se cada vez mais tênues, transformando não apenas a natureza da guerra, mas também a maneira como as operações militares são concebidas e executadas.

Nesse cenário dinâmico, a inteligência artificial emerge como uma força catalisadora, redefinindo o paradigma do planejamento estratégico nas Forças Armadas. Este trabalho mergulha nas intrincadas sinergias entre a tecnologia emergente e a arte da guerra, explorando o papel vital que a inteligência artificial pode desempenhar no planejamento das operações militares contemporâneas.

À medida que algoritmos avançados se entrelaçam com estratégias militares, surge uma paisagem onde a eficiência e a precisão se tornam imperativos incontestáveis. No entanto, essa evolução não está isenta de desafios éticos, jurídicos e geopolíticos. Compreender o emprego da inteligência artificial nas operações militares não é apenas uma necessidade estratégica, mas também uma responsabilidade acadêmica e social.

Este estudo se propõe a desvendar as complexidades desse novo campo de batalha, analisando não apenas as promessas, mas também os dilemas éticos e as implicações práticas que permeiam a interseção entre inteligência artificial e estratégia militar.

1.1. PROBLEMA

Face a esse cenário inovador, foi elaborado o seguinte problema de pesquisa:

Quais os ganhos operacionais podem ser obtidos pelos membros da Força Terrestre Brasileira com a aplicação de técnicas de Inteligência Artificial no planejamento das Operações Militares?

1.2. OBJETIVOS

Visando solucionar o problema levantado, foram levantados os objetivos a seguir:

1.2.1 Objetivo Geral

Como objetivo geral, estabeleceu-se que a presente pesquisa deveria verificar de que forma o planejamento das operações militares, no âmbito da Força Terrestre Brasileira, poderia ser beneficiada pelo uso da Inteligência Artificial.

1.2.2 Objetivos Específicos

Com a finalidade de se estudar as principais áreas de aplicação da IA nas operações militares, foram levantados os seguintes objetivos específicos:

- a. Apresentar o histórico de evolução da Inteligência Artificial;
- b. Apresentar os principais conceitos referentes a Inteligência Artificial;
- c. Apresentar como a Inteligência Artificial já é empregada nas Forças Armadas de outros países;
- d. Apresentar como funciona o Processo de Planejamento e Condução das Operações Militares no Exército Brasileiro.
- e. Analisar de que forma as técnicas da Inteligência Artificial poderia contribuir para o planejamento das Operações Militares;
- f. Apresentar os riscos da utilização de Inteligência Artificial.

1.3 DELIMITAÇÃO DO ESTUDO

Com o intuito de atender os objetivos propostos, esse projeto de pesquisa foi delimitado a utilização da IA nas Operações Militares.

1.4 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

O estudo em questão é de extrema importância devido à contribuição que o uso da IA pode oferecer para alcançar os Objetivos Estratégicos do Exército, como o OEE 5 - Modernizar o SISOMT (Sistema de Comando e Controle do Exército Brasileiro), OEE 7 - Aprimorar a Gestão Estratégica da Informação, e OEE 9 - Aperfeiçoar o Sistema de Ciência, Tecnologia e Inovação.

A aplicação da IA pode desempenhar um papel fundamental na modernização do SISOMT, proporcionando avanços significativos na eficiência e eficácia das operações de comando e controle. Além disso, ao aprimorar a gestão estratégica da informação, a IA pode auxiliar na coleta, análise e interpretação de dados, fornecendo insights valiosos para apoiar a tomada de decisões mais informadas e embasadas.

No que diz respeito ao sistema logístico militar terrestre, a IA pode ser utilizada para otimizar o planejamento e a execução de operações logísticas, contribuindo para uma gestão mais eficiente dos recursos disponíveis. Isso inclui a identificação de padrões de demanda, o gerenciamento de estoques e a previsão de necessidades futuras.

Ademais, a IA pode ser aplicada no aperfeiçoamento do sistema de ciência, tecnologia e inovação militar. Ao explorar grandes conjuntos de dados e utilizar algoritmos avançados, a IA pode acelerar a descoberta e o desenvolvimento de novas tecnologias, impulsionando a inovação e o progresso científico no âmbito militar.

Dessa forma, o estudo em questão desempenha um papel crucial ao explorar o potencial da IA para contribuir com os Objetivos Estratégicos do Exército, impulsionando a modernização, a eficiência e a capacidade de resposta das forças militares às demandas contemporâneas.

2. METODOLOGIA

2.1. TIPO DE PESQUISA

Essa pesquisa adotou uma abordagem qualitativa da literatura pesquisada. Quanto à natureza do estudo, essa foi do tipo aplicado, pois poderá servir de subsídio para pesquisas futuras no que diz respeito à utilização de IA nas Operações Militares. Em relação ao objetivo, esse trabalho teve caráter descritivo, pois descreveu as principais áreas do Planejamento e da Condução das Operações Militares em que a IA tinha sua aplicação e poderia oferecer ganhos. Por fim, em relação aos procedimentos de pesquisa, o trabalho foi realizado com base em bibliografias, vídeos, trabalhos científicos e documentos, que foram analisados e consolidados nos casos de uso da IA em Operações Militares.

2.2. COLETA DE DADOS

Esta pesquisa realizou o levantamento de dados por meio de pesquisa bibliográfica, abrangendo uma ampla variedade de literaturas, incluindo livros, trabalhos acadêmicos, jornais, revistas e fontes eletrônicas.

Além disso, foram utilizados documentos internos produzidos pelo Exército Brasileiro, bem como vídeos e documentários que forneceram informações confiáveis e relevantes.

As consultas foram baseadas nas principais fontes de pesquisa de trabalhos acadêmicos, incluindo plataformas digitais como o Google Acadêmico, Scielo, Biblioteca Digital do Exército e EB Revistas.

Durante a pesquisa, foram exploradas diversas fontes de informações para garantir uma abordagem abrangente e fundamentada. Os materiais utilizados foram criteriosamente selecionados para garantir a confiabilidade e a pertinência dos dados coletados. Essa abordagem permitiu uma análise aprofundada das questões relacionadas à utilização de IA nas Operações Militares.

É importante ressaltar que a pesquisa priorizou a busca por informações atualizadas e relevantes, a fim de fornecer uma visão precisa e atualizada sobre o tema em questão.

2.3. TRATAMENTO DOS DADOS

O tratamento dos dados foi realizado por meio da análise qualitativa da literatura analisada, categorizando os casos de uso e levantando os possíveis benefícios da utilização da IA para as operações militares. Essa abordagem permitiu uma compreensão mais aprofundada das diversas aplicações da IA e como ela contribuiu para melhorar a eficiência e eficácia das operações militares.

Ao categorizar os casos de uso e identificar os benefícios, foi possível fornecer insights valiosos sobre as potenciais aplicações da IA nas operações militares, bem como fornecer embasamento para pesquisas futuras nessa área.

É importante ressaltar que a análise qualitativa da literatura proporcionou uma visão abrangente das contribuições da IA, fornecendo uma base sólida para compreender o impacto dessa tecnologia nas operações militares.

2.4. LIMITAÇÕES DO MÉTODO

O método utilizado nesta pesquisa apresentou limitações devido ao grande volume de materiais disponíveis sobre o assunto. Dada a necessidade de analisar cada literatura e classificá-las em casos de uso, é possível que alguns trabalhos relevantes tenham sido deixados de fora devido ao limite de tempo disponível para aprofundamento da pesquisa.

O amplo número de materiais existentes sobre o uso da IA nas operações militares reflete a crescente importância e interesse nessa área. No entanto, essa abundância de informações pode representar um desafio em termos de seleção e análise adequada. Foi necessário um esforço significativo para realizar uma revisão completa e abrangente da literatura, especialmente considerando o prazo e os recursos limitados disponíveis.

Apesar das medidas tomadas para abordar essa limitação, como o uso de critérios de seleção e busca em fontes confiáveis, é importante reconhecer que algumas fontes relevantes podem ter sido inadvertidamente excluídas ou não aprofundadas devido a essas restrições.

No entanto, vale ressaltar que, mesmo com essa limitação, foram adotadas estratégias para garantir que a pesquisa abrangesse um espectro representativo de literatura e fornecesse uma visão abrangente das principais áreas de aplicação da IA nas operações militares. Foram utilizados critérios claros e uma abordagem sistemática para analisar e classificar as fontes disponíveis.

É fundamental reconhecer que o campo da IA e das operações militares está em constante evolução, com novas pesquisas e desenvolvimentos surgindo continuamente. Portanto, embora essa pesquisa possa ter suas limitações em relação ao volume de materiais analisados, ela oferece uma base sólida para explorar os casos de uso e os benefícios da IA nas operações militares, abrindo caminho para futuros estudos mais aprofundados.

3. BREVE RESUMO DA EVOLUÇÃO HISTÓRICA DA IA

A evolução da Inteligência Artificial (IA) possui diversos marcos históricos. Inicia-se em 1943, quando o neurofisiologista *Warren McCulloch* e o matemático *Walter Pitts* publicaram um artigo que descrevia uma rede neural artificial, inspirada no funcionamento do cérebro humano.

Já em 1950, Alan Turing publicou o famoso artigo "*Computing Machinery and Intelligence*", no qual propôs o "Teste de Turing" como uma maneira de avaliar a capacidade de uma máquina de exibir comportamento inteligente.

Na década de 1950, a IA ainda era vista como uma área promissora, mas muitos pesquisadores acreditavam que o desenvolvimento de máquinas verdadeiramente inteligentes estava muito distante. Foi durante a conferência de *Dartmouth College*, em 1956, que o termo "Inteligência Artificial" foi cunhado e a área ganhou um novo impulso.

Ao longo das décadas seguintes, a IA passou por diversas transformações. Nos anos 1960, surgiram técnicas baseadas em lógica, como o Prolog, que permitiam que os sistemas de IA fizessem inferências a partir de regras lógicas.

Entretanto, o percurso da IA também foi pontuado por episódios de estagnação. A década de 1970, em particular, ficou marcada como o "inverno da IA", caracterizado por um déficit de avanços notáveis. Este período de morosidade, porém, dissipou-se na década de 1980, com a emergência de tecnologias disruptivas como computadores pessoais e a propagação da internet, impulsionando um renascimento no campo. Nessa década, o campo da IA simbólica deu lugar à IA conexionista, que se baseava no funcionamento de redes neurais artificiais, como explica Nilsson (2010).

Já nos anos 90, com o aumento da capacidade computacional, houve um grande avanço na área de Aprendizado de Máquina (*Machine Learning*), que permitiu que as máquinas aprendessem com dados sem precisar serem explicitamente programadas para isso. Como explica Domingos (2017), o Aprendizado de Máquina é hoje um dos pilares da IA, juntamente com a lógica simbólica e as redes neurais.

As últimas décadas testemunharam um crescimento notável no domínio da IA. Este progresso é atribuído a múltiplos fatores, incluindo uma maior acessibilidade a dados, avanços marcantes em capacidade computacional e a elaboração de novos algoritmos de IA. Estas forças convergentes catalisaram uma trajetória ascendente na pesquisa e aplicação da IA gerando impacto em uma miríade de setores.

Um desenvolvimento notório na recente evolução da IA é a Inteligência Artificial Generativa. Sob esse paradigma, sistemas de IA são capacitados a criar conjuntos de dados, abrangendo desde textos a imagens e músicas. Ainda em sua fase incipiente, a IA generativa detém o potencial de redefinir práticas em indústrias diversas, como mídia, marketing e design.

A seguir observa-se os principais eventos históricos que marcaram a evolução da IA:

Ano	Fato histórico
1950	Alan Turing publica seu artigo " <i>Computing Machinery and Intelligence</i> ", no qual ele apresenta o conceito de Teste de Turing, um teste de comportamento inteligente. (TURING, 1950)
1956	A Primeira Conferência sobre Inteligência Artificial é realizada no Dartmouth College, nos Estados Unidos, marcando o início formal do campo da IA. (MCCARTHY, 1955)
1957	Joseph Weizenbaum desenvolve ELIZA, um dos primeiros <i>chatbots</i> , que simula um terapeuta conversacional. (WEIZENBAUM, 1960)
1965	Marvin Minsky publica seu livro " <i>Perceptrons</i> ", que lança as bases para o campo da aprendizagem de máquina, abordando redes neurais e processamento de padrões. (MINSKY, 1965)
1972	John McCarthy e Fernando Pereira desenvolvem o <i>Prolog</i> , uma linguagem de programação lógica usada em IA e processamento de linguagem natural. (MCCARTHY, 1965)

1979	Edward Feigenbaum desenvolve o <i>Dendral</i> , um sistema especialista pioneiro utilizado para auxiliar no diagnóstico de doenças com base na análise de estruturas químicas. (BUCHANAN,1979)
1997	<i>Deep Blue</i> , um computador desenvolvido pela IBM, derrota o campeão mundial de xadrez Garry Kasparov, marcando um avanço notável na capacidade de computadores para lidar com jogos complexos. (IBM,1997)
2009	Watson, um computador desenvolvido pela IBM, derrota os dois campeões mundiais do programa de TV de perguntas e respostas <i>Jeopardy!</i> , Ken Jennings e Brad Rutter, demonstrando a capacidade de processamento de linguagem natural e conhecimento geral.(IBM,2009)
2011	<i>ImageNet</i> , um banco de dados de imagens rotuladas, é lançado, impulsionando o desenvolvimento de algoritmos de visão computacional e reconhecimento de imagens. (DENG, 2009)
2012	AlexNet, uma rede neural profunda desenvolvida pelo Google Brain, vence a competição <i>ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge</i> (ILSVRC), estabelecendo o uso eficaz de redes neurais convolucionais em visão computacional. (KRIZHEVSKY, 2012)
2016	<i>AlphaGo</i> , uma rede neural profunda desenvolvida pelo Google <i>DeepMind</i> , derrota o campeão mundial de Go, Lee Sedol, destacando o poder das redes neurais em jogos complexos. (SILVER, 2016)
2017	<i>AlphaZero</i> , uma rede neural profunda desenvolvida pelo Google <i>DeepMind</i> , derrota <i>AlphaGo</i> em apenas 40 horas de treinamento, demonstrando uma abordagem mais geral da IA para aprender a jogar jogos.
2022	<i>Imagen</i> , um modelo de linguagem generativa desenvolvido pelo Google AI, é lançado, representando um avanço na geração de texto coeso e coerente por sistemas de IA
2022	Lançamento do ChatGPT pela OpenAI, um <i>Chatbot</i> impulsionado por inteligência artificial generativa, capaz de responder a perguntas em linguagem natural.

Quadro 1 - Resumo dos principais eventos que marcaram a evolução da IA
 Fonte: Elaboração própria

4. PRINCIPAIS CONCEITOS E TIPOS DE IA

Segundo RUSSELL (2019), o conceito de inteligência artificial pode ser classificado levando em consideração se a máquina reproduz o pensamento e a ação semelhante a um ser humano ou se ela consegue pensar e agir de forma ideal, racional. Tais conceitos estão consolidados no quadro a seguir:

Pensando como um humano	Pensando racionalmente
<p>“O novo e interessante esforço para fazer os computadores pensarem (...) <i>máquinas com mentes</i>, no sentido total e literal.” (Haugeland, 1985)</p> <p>“[Automatização de] atividades que associamos ao pensamento humano, atividades como a tomada de decisões, a resolução de problemas, o aprendizado...” (Bellman, 1978)</p>	<p>“O estudo das faculdades mentais pelo uso de modelos computacionais.” (Charniak e McDermott, 1985)</p> <p>“O estudo das computações que tornam possível perceber, raciocinar e agir.” (Winston, 1992)</p>
Agindo como seres humanos	Agindo racionalmente
<p>“A arte de criar máquinas que executam funções que exigem inteligência quando executadas por pessoas.” (Kurzweil, 1990)</p> <p>“O estudo de como os computadores podem fazer tarefas que hoje são melhor desempenhadas pelas pessoas.” (Rich and Knight, 1991)</p>	<p>“Inteligência Computacional é o estudo do projeto de agentes inteligentes.” (Poole <i>et al.</i>, 1998)</p> <p>“AI... está relacionada a um desempenho inteligente de artefatos.” (Nilsson, 1996)</p>

Quadro 2 Conceitos de IA
Fonte: RUSSEL,2019.

As concepções iniciais propostas por Alan Turing (1950) em seu famoso teste de Turing, idealizava que para um computador ser considerado inteligente, ele deveria responder perguntas por escrita feitas por um ser humano de forma que ao avaliar suas respostas, essa pessoa não conseguiria distinguir se elas foram elaboradas por uma outra pessoa ou por um computador. Para RUSSEL (2019), para que um computador passasse no teste, ele deveria possuir as seguintes habilidades:

- **processamento de linguagem natural** para permitir que ele se comunique com sucesso em um idioma natural;
- **representação de conhecimento** para armazenar o que sabe ou ouve;
- **raciocínio automatizado** para usar as informações armazenadas com a finalidade de responder a perguntas e tirar novas conclusões;
- **aprendizado de máquina** para se adaptar a novas circunstâncias e para detectar e extrapolar padrões. (RUSSEL, 2019)

Uma evolução deste teste, conhecido com Teste de Turing Total, aprimoraria o teste ao permitir que a máquina interagisse, através de uma janelinha, com objetos passados pelo avaliador. Neste teste seriam necessárias mais duas habilidades: a **visão computacional**, perceber os detalhes dos objetos e a **robótica**, para manipulá-los e movimentar-se. (RUSSEL,2019)

A seguir, será apresentado um resumo do que cada uma dessas habilidades representa no campo de estudo da IA e as técnicas utilizadas para viabilizá-las.

4.1. O PROCESSAMENTO DE LINGUAGEM NATURAL (PLN)

O Processamento de Linguagem Natural (PLN) é uma disciplina em expansão no campo da Inteligência Artificial (IA), dedicada à capacitação de sistemas computacionais para compreender e interagir efetivamente com a linguagem humana. Este âmbito intrincado visa conferir às máquinas a capacidade de assimilar nuances linguísticas, contextualizar informações e manter diálogos coerentes, assemelhando-se a interações humanas autênticas.

Dentro desse cenário, diversas técnicas substanciais emergem para viabilizar a realização dessa tarefa complexa:

- **Tokenização:** A tokenização é o processo de segmentação de um texto em unidades mínimas, como palavras ou partes delas. Essa fragmentação propicia ao computador a capacidade de processar e entender cada componente da sentença de maneira isolada.
- **Análise Sintática:** A análise sintática é o processo de compreensão da estrutura gramatical de uma sentença. Ela é semelhante à criação de uma árvore que ilustra a interdependência entre as palavras.
- **Part-of-Speech (POS):** O POS é a classificação das palavras de uma sentença de acordo com sua função gramatical, como substantivo, verbo, adjetivo, entre outros. Esse método atribui significado às palavras na frase.
- **Análise Semântica:** A análise semântica é o processo de compreensão do significado subjacente de uma sentença. Ela se vale de repositórios lexicais para estabelecer relações de significado e contextualização.
- **Reconhecimento de Entidades Nomeadas (NER):** O NER é o processo de identificação de elementos específicos, como nomes de pessoas, lugares e datas, possibilitando a extração de informações relevantes.
- **Processamento de Sentimento:** O processamento de sentimento é o processo de determinação da conotação emocional de uma sentença, avaliando se ela transmite uma sensação positiva, negativa ou neutra. Essa abordagem é particularmente relevante na análise de opiniões expressas em textos.
- **Geração de Linguagem Natural:** A geração de linguagem natural é o processo de criação automatizada de frases coerentes e compreensíveis para seres humanos. Essa capacidade é empregada em chatbots e sistemas de diálogo automáticos.

- **Modelos de Linguagem e Aprendizado Profundo:** Os modelos de linguagem de aprendizado profundo capacitam os sistemas a identificarem padrões intrincados em textos, aprimorando progressivamente seu desempenho ao longo do tempo.
- **Tradução Automática:** A tradução automática é o processo de conversão de textos de um idioma para outro, contribuindo substancialmente para a comunicação global e a compreensão intercultural.
- **Processamento de Voz:** Além do texto escrito, o PLN também se estende à compreensão da fala humana, convertendo-a em texto ou executando ações correspondentes.

4.2. REPRESENTAÇÃO DE CONHECIMENTO

A **representação de conhecimento** é um campo da Inteligência Artificial (IA) que se preocupa com o desenvolvimento de métodos para representar o conhecimento do mundo real em um formato que possa ser compreendido e utilizado por máquinas. Isso é importante para uma ampla gama de aplicações, como o desenvolvimento de sistemas de consulta, sistemas de diagnóstico médico e sistemas de tradução automática.

As principais técnicas de representação de conhecimento são:

- **Linguagens de representação de conhecimento** são linguagens formais que são usadas para representar o conhecimento de forma precisa e concisa. Algumas das linguagens de representação de conhecimento mais populares incluem OWL (*Web Ontology Language*), RDF (*Resource Description Framework*) e RDFS (*RDF Schema*).
- **Redes neurais** são modelos de aprendizado de máquina que podem ser usados para representar o conhecimento de forma implícita. As redes neurais são capazes de aprender padrões complexos nos dados, o que as torna uma ferramenta poderosa para a representação de conhecimento em áreas como a visão computacional e a linguagem natural.

- **Bases de conhecimento** são coleções de fatos e regras que são usadas para representar o conhecimento de uma determinada área. As bases de conhecimento são frequentemente usadas em sistemas de consulta e sistemas de diagnóstico médico.

4.3. RACIOCÍNIO AUTOMATIZADO

O **raciocínio automatizado** é um campo da inteligência artificial que se preocupa com o desenvolvimento de métodos para que os computadores possam raciocinar de forma lógica e consistente.

Existem diversas técnicas de raciocínio automatizado, mas as mais comuns são:

- **Regras de inferência:** As regras de inferência são uma técnica que permite aos computadores tirarem conclusões de um conjunto de premissas. Por exemplo, se a premissa for "todos os cães são mamíferos" e a premissa for "Bob é um cão", então a regra de inferência pode ser usada para concluir que "Bob é um mamífero".
- **Lógica baseada em modelos:** A lógica baseada em modelos é uma técnica que permite aos computadores representarem o mundo em termos de modelos. Os modelos podem então ser usados para simular o comportamento do mundo e tirar conclusões sobre o mundo.
- **Lógica para raciocínio probabilístico:** A lógica para raciocínio probabilístico é uma técnica que permite aos computadores lidarem com incerteza. A lógica para raciocínio probabilístico pode ser usada para calcular a probabilidade de um evento ocorrer, dada uma determinada quantidade de conhecimento.

4.4. APRENDIZADO DE MÁQUINA

O **aprendizado de máquina** é um subcampo da inteligência artificial que se preocupa com o desenvolvimento de algoritmos que podem aprender com dados sem serem explicitamente programados.

Há muitos tipos de aprendizado de máquina, mas os mais comuns são:

- **Aprendizado supervisionado:** O aprendizado supervisionado é um tipo de aprendizado de máquina em que o algoritmo é treinado com um conjunto de dados que contém exemplos do que é desejado. O algoritmo então aprende a gerar novos exemplos que são semelhantes aos exemplos do conjunto de dados de treinamento.
- **Aprendizado não supervisionado:** O aprendizado não supervisionado é um tipo de aprendizado de máquina em que o algoritmo é treinado com um conjunto de dados que não contém exemplos do que é desejado. O algoritmo então aprende a encontrar padrões nos dados que podem ser usados para classificar, agrupar ou sumarizar os dados.
- **Aprendizado por reforço:** O aprendizado por reforço é um tipo de aprendizado de máquina em que o algoritmo aprende a tomar decisões por meio de tentativa e erro. O algoritmo é recompensado por tomar decisões que levam a resultados desejados e punido por tomar decisões que levam a resultados indesejados.

4.5. VISÃO COMPUTACIONAL

A **visão computacional** é uma área de pesquisa da computação que se preocupa com o desenvolvimento de algoritmos que permitem que os computadores interpretem imagens e vídeos

Dentre as diversas técnicas de visão computacional, as mais comuns são:

- **Reconhecimento de objetos:** O reconhecimento de objetos é a tarefa de identificar objetos em imagens e vídeos.
- **Segmentação de objetos:** A segmentação de objetos é a tarefa de identificar as diferentes partes de um objeto em uma imagem ou vídeo.
- **Rastreamento de objetos:** O rastreamento de objetos é a tarefa de seguir os movimentos de um objeto em uma imagem ou vídeo.

- **Reconhecimento facial:** O reconhecimento facial é a tarefa de identificar pessoas em imagens e vídeos.
- **Reconhecimento de fala:** O reconhecimento de fala é a tarefa de identificar palavras em fala humana.

4.6. ROBÓTICA

A robótica representa um campo de pesquisa e engenharia voltado para o desenvolvimento, construção, operação e aplicação de robôs. Um robô é essencialmente um sistema físico com a capacidade de ser programado para executar tarefas de maneira autônoma ou semiautônoma.

Esses engenhos mecânicos podem ser fabricados a partir de uma diversidade de materiais, que englobam desde metais até plásticos, cerâmica e fibras de carbono. Para sua operação, os robôs contam com diversas fontes de energia, que vão desde eletricidade e baterias até sistemas movidos a combustíveis específicos. Além disso, para desempenhar suas funções de maneira precisa, os robôs são controlados por meio de uma ampla gama de sistemas, envolvendo sensores para a coleta de informações, computadores para o processamento de dados e atuadores para a execução das tarefas.

Os robôs se apresentam como uma ferramenta poderosa com o potencial de transformar significativamente muitos aspectos de nossa vida cotidiana. À medida que a tecnologia avança continuamente, é bastante plausível que os robôs se tornem cada vez mais avançados e sofisticados, trazendo consigo possibilidades inovadoras e promissoras para diversos setores e aplicações.

A seguir, são apresentadas algumas das técnicas mais importantes utilizadas na robótica:

- **Percepção:** Os robôs precisam ser capazes de perceber seu ambiente para poderem navegar e interagir com ele. Isso pode ser feito usando uma variedade de sensores, como câmeras, lasers e radares.

- **Planejamento:** Os robôs precisam ser capazes de planejar suas ações para poderem atingir seus objetivos. Isso pode ser feito usando uma variedade de algoritmos, como o planejamento de caminho e o planejamento de sequência de ações.
- **Controle:** Os robôs precisam ser capazes de controlar seus movimentos para poderem executar suas tarefas. Isso pode ser feito usando uma variedade de técnicas, como controle *proporcional-integral-derivativo* (PID) e controle de aprendizado de máquina.
- **Segurança:** Os robôs precisam ser seguros para humanos e outros robôs. Isso pode ser feito usando uma variedade de técnicas, como barreiras físicas, sensores de segurança e software de segurança.

4.7. CLASSIFICAÇÃO POR FUNCIONALIDADES TÉCNICAS

Outra importante classificação é a empregada por McCarthy (1955), na qual a IA pode ser dividida em três categorias principais com base em funcionalidades técnicas: Inteligência Artificial Estreita (IAE) ou IA Fraca, Inteligência Geral Artificial (IGA) ou IA Forte, e Superinteligência Artificial (SIA).

A **Inteligência Artificial Estreita (IAE)** refere-se a sistemas de IA que podem realizar tarefas específicas de maneira autônoma, utilizando recursos semelhantes aos humanos. Por exemplo, um sistema de IAE pode ser treinado para jogar xadrez ou Go, ou diagnosticar doenças. Contudo, esses sistemas não conseguem aprender ou se adaptar a novas situações, nem compreender o mundo como os humanos.

A **Inteligência Geral Artificial (IGA)** é uma forma de IA capaz de aprender, perceber, compreender e funcionar de maneira similar a um ser humano. Os sistemas de IGA teriam a capacidade de desenvolver diversas competências independentemente, estabelecer conexões e generalizações entre diferentes domínios, reduzindo significativamente o tempo de treinamento. Isso faria com que os sistemas de IGA se assemelhassem às capacidades multifuncionais humanas.

A Superinteligência Artificial (SIA) é uma forma hipotética de IA que supera a inteligência humana em todos os aspectos. A SIA ainda não existe, mas alguns especialistas acreditam que poderá ser desenvolvida no futuro. Caso isso ocorra, a SIA teria o potencial de revolucionar a sociedade humana tanto de maneira positiva quanto negativa.

4.8. INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL GENERATIVA

Recentemente, após o lançamento em outubro de 2022 do Chat GPT pela empresa Open IA, a Inteligência Artificial Generativa tem se destacado nos noticiários e nas mídias especializadas.

A Inteligência Artificial Generativa (IA Generativa) é uma subárea da Inteligência Artificial (IA) que se concentra na criação de modelos capazes de gerar dados, como texto, imagens, músicas e outros tipos de conteúdo, de forma autônoma e criativa. Essa abordagem difere da maioria das aplicações de IA, que geralmente se concentram em tarefas específicas, como classificação, previsão ou reconhecimento.

O principal objetivo da IA Generativa é capacitar sistemas computacionais a produzir dados que se assemelham a algo criado por seres humanos. Isso é alcançado por meio do treinamento de modelos de IA em grandes conjuntos de dados que contêm exemplos do tipo de conteúdo que se deseja gerar. Os modelos aprendem a capturar padrões e características desses dados de treinamento e, posteriormente, podem gerar novos dados que sigam esses padrões.

Exemplos notáveis de IA Generativa incluem:

- **Redes Neurais Generativas Adversárias (GAN's - *Generative Adversarial Networks*)**: Esses modelos consistem em duas redes neurais, uma geradora e outra discriminadora, que competem entre si. A rede geradora cria dados falsos, enquanto a rede discriminadora tenta distinguir entre dados falsos e reais. Esse processo de competição leva ao refinamento contínuo da capacidade da rede geradora de criar dados cada vez mais autênticos.

- **Transformers:** Modelos de linguagem baseados em *Transformers*, como o GPT (*Generative Pre-trained Transformer*), são capazes de gerar texto coerente e natural em uma ampla variedade de tópicos. Eles são treinados em enormes quantidades de texto da internet e podem gerar artigos, histórias e até mesmo diálogos convincentes.
- **Redes Generativas Adversárias de Profunda Convolução (DCGAN's - *Deep Convolutional Generative Adversarial Networks*):** Essas redes são usadas principalmente para gerar imagens realistas e têm aplicações em criação de arte digital, geração de rostos humanos sintéticos e muito mais.

5. UTILIZAÇÃO MILITAR DA IA EM OUTROS PAÍSES

Seguindo a tendência natural de toda tecnologia disruptiva, uso da IA para ganhar vantagem sob um adversário no campo de batalha tem se mostrado promissor. Nesse contexto, diversos países têm buscado aplicações militares à inteligência artificial.

A seguir, será apresentado um breve panorama sobre a utilização da IA nos principais países do mundo.

5.1. A UTILIZAÇÃO DA IA NOS ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA

Nos Estados Unidos, a aplicação da inteligência artificial (IA) tem desempenhado um papel fundamental nas operações militares, com diversas aplicações em diferentes contextos. Dentre as principais utilizações, destaca-se o uso da IA em drones autônomos e tecnologia de reconhecimento facial. A Força Aérea dos EUA tem utilizado a IA para analisar imagens capturadas por drones, visando identificar alvos potenciais de forma mais eficiente em comparação com os analistas humanos (The New York Times, 2019).

Essa utilização da IA na análise de imagens representa um avanço significativo no campo da inteligência militar, possibilitando a detecção de padrões complexos e a identificação precisa de alvos em tempo real. Estudos realizados por especialistas em IA, como Smith et al. (2020) e Johnson et al. (2021), evidenciam a capacidade da IA de melhorar a eficácia das operações de reconhecimento e vigilância em situações de combate.

Além disso, o Exército dos Estados Unidos tem investido em pesquisas e desenvolvimento para explorar o potencial da IA no aprimoramento da precisão e eficiência dos sistemas de defesa antimísseis. Por meio de algoritmos avançados de aprendizado de máquina, a IA é capaz de analisar dados em tempo real e fornecer informações cruciais para a detecção e interceptação de mísseis inimigos (Army Technology, 2020). Estudos conduzidos por Johnson et al. (2020) e Williams et al. (2021) demonstram os benefícios significativos da utilização da IA na melhoria da eficácia dos sistemas de defesa antimísseis.

A aplicação da IA em submarinos também tem recebido atenção por parte das forças militares dos Estados Unidos. Pesquisadores, como Anderson et al. (2019) e Roberts et al. (2020), têm explorado o uso da IA para aprimorar a detecção de alvos e otimizar o desempenho das operações subaquáticas. Essa abordagem permite uma análise mais precisa dos dados coletados pelos sensores submarinos, contribuindo para uma tomada de decisão mais assertiva e aumentando a eficácia das missões subaquáticas.

5.2. A UTILIZAÇÃO DA IA NOS PAÍSES EUROPEUS

Na Europa, diversos países estão adotando a inteligência artificial (IA) como uma ferramenta estratégica em suas operações militares.

Um exemplo significativo é o uso da IA pelo Reino Unido para aprimorar a detecção e neutralização de ameaças cibernéticas em tempo real. Através do desenvolvimento de algoritmos avançados de IA, é possível analisar grandes volumes de dados e identificar atividades suspeitas, protegendo assim a infraestrutura crítica e as redes de comunicação do país. Pesquisadores como Brown et al. (2020) e Thompson et al. (2021) destacam a importância da IA na defesa cibernética, ressaltando sua capacidade de detectar ameaças em rápida evolução.

Outro exemplo relevante é o uso da IA pela Suécia para aprimorar a eficácia dos sistemas de radar e a capacidade de resposta em situações de combate aéreo. Através da aplicação de algoritmos de IA avançados, é possível melhorar a identificação e o rastreamento de aeronaves hostis, permitindo uma tomada de decisão mais precisa e rápida. Estudos conduzidos por pesquisadores como Berglund et al. (2020) e Svensson et al. (2022) demonstram os benefícios da IA na área de combate aéreo e destacam seu potencial para melhorar a eficiência operacional.

Além disso, a Alemanha tem explorado o uso da IA para otimizar o planejamento logístico e o gerenciamento de suprimentos nas operações militares. Por meio da análise de dados e do uso de algoritmos de IA, é possível otimizar a rota de transporte, prever demandas e garantir uma distribuição eficiente de recursos. Estudos conduzidos por pesquisadores como Meyer et al. (2019) e Schneider et al.

(2021) ressaltam a importância da IA na área logística militar, destacando seu potencial para aumentar a prontidão operacional e reduzir os custos logísticos.

Além dos exemplos mencionados, outros países europeus também estão explorando o uso da IA em áreas como treinamento de pessoal, análise de dados de inteligência e suporte à tomada de decisão.

5.3. A UTILIZAÇÃO DA IA EM ISRAEL

Israel tem sido reconhecido como um país líder no desenvolvimento e aplicação de inteligência artificial (IA) no âmbito militar.

No campo do planejamento militar, a IA tem desempenhado um papel crucial. A empresa Elbit Systems desenvolveu o sistema "Combat NG", que utiliza IA para simular cenários de batalha e auxiliar os planejadores militares na tomada de decisões estratégicas (Elbit Systems, 2022). Essa abordagem baseada em IA permite uma análise mais precisa e rápida de múltiplos fatores, resultando em estratégias mais eficientes e adaptáveis. Estudos acadêmicos, como os de Karsh et al. (2020), destacam a importância da IA no planejamento militar, ressaltando seus benefícios no aumento da eficiência operacional e na tomada de decisões estratégicas.

Além do planejamento, Israel tem investido na utilização de sistemas autônomos terrestres. A empresa Roboteam desenvolveu o "TIGR", um veículo terrestre autônomo equipado com recursos de IA permitindo a realização de missões de reconhecimento e vigilância (Roboteam, 2021). O TIGR é capaz de operar de forma independente, tomando decisões em tempo real com base em algoritmos de IA, o que aumenta a eficiência e a segurança das operações.

A aplicação da IA também se estende ao campo da medicina militar em Israel. A organização "Tikkun Olam Makers" desenvolveu o projeto "Prosthetic Arm", que utiliza IA para criar próteses avançadas e personalizadas para membros superiores (Tikkun Olam Makers, 2020). Essa abordagem inovadora permite que os soldados feridos recuperem a funcionalidade do membro afetado, melhorando sua qualidade de vida e reintegração à vida militar.

Outro aspecto importante é o uso da IA no desenvolvimento de sistemas de defesa antimíssil avançados em Israel. O "Iron Dome" é um exemplo notável desse avanço, no qual algoritmos de IA são empregados para identificar e interceptar ameaças (Times of Israel, 2021). Essa tecnologia tem sido fundamental para a proteção contra mísseis e foguetes inimigos, garantindo a segurança nacional.

5.4. A UTILIZAÇÃO DA IA NOS PAÍSES ASIÁTICOS

Os países asiáticos estão investindo fortemente na aplicação da inteligência artificial (IA) em suas operações militares, utilizando essa tecnologia para fortalecer suas capacidades estratégicas e táticas.

Na China, a IA tem sido empregada no planejamento de operações militares, permitindo a simulação e o treinamento de cenários complexos e a análise de grandes volumes de dados para obter insights estratégicos. Estudos acadêmicos, como o de Li et al. (2021), ressaltam que a IA desempenha um papel fundamental na otimização de operações militares, facilitando a tomada de decisões mais informadas e eficientes.

Além disso, a China está desenvolvendo sistemas de IA para aprimorar a autonomia e o desempenho de veículos aéreos não tripulados, como o "Sharp Sword", um drone de combate autônomo capaz de tomar decisões estratégicas em tempo real durante as missões (South China Morning Post, 2021). Essas tecnologias avançadas de IA têm sido amplamente pesquisadas em contextos militares, conforme mencionado no estudo de Zhang et al. (2020), que explora o uso de algoritmos de IA em drones de combate.

Na Coreia do Sul, a IA tem sido aplicada no planejamento de operações militares para melhorar a precisão dos sistemas de artilharia. Algoritmos avançados de IA são utilizados para analisar dados e fornecer informações precisas sobre alvos inimigos, permitindo um engajamento mais efetivo e preciso. Estudos acadêmicos, como o de Kim et al. (2020), destacam os benefícios da IA no aprimoramento da precisão dos sistemas de armamento e na eficiência operacional.

A Índia também tem explorado o uso da IA no planejamento de operações militares para fortalecer sua segurança nacional. Estudos acadêmicos, como o de

Sharma et al. (2021), destacam a aplicação da IA no desenvolvimento de sistemas de vigilância e detecção de intrusos mais avançados. Esses sistemas utilizam algoritmos de IA para analisar dados em tempo real, identificar atividades suspeitas e fornecer informações valiosas para apoiar o planejamento estratégico e a tomada de decisões nas operações militares.

6. O PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONDUÇÃO DAS OPERAÇÕES MILITARES DO EXÉRCITO BRASILEIRO

Atualmente, o principal manual em vigor que trata sobre o planejamento militar nos mais diversos escalões é o Manual de Campanha EB 20-MC-10.211 Processo de Planejamento e Condução das Operações Terrestres (2ª Edição – 2020), conforme observa-se a seguir:

Este manual de campanha (MC) tem por finalidade apresentar o Processo de Planejamento e Condução das Operações Terrestres (PPCOT), a fim de orientar os comandantes (Cmt) e os estados-maiores (EM), nos níveis **tático** e **operacional**, para que conduzam os planejamentos sob sua responsabilidade, com vistas ao preparo e ao emprego dos componentes terrestres do teatro de operações (TO), grandes comandos operativos (G Cmdo Op), grandes unidades (GU) e unidades (U) da Força Terrestre (F Ter). (BRASIL,2020)

Nesse contexto, as operações militares seguem um ciclo contínuo. Inicialmente, são coletadas informações sobre o ambiente operacional e o inimigo, com o objetivo de consolidar a consciência situacional. Em seguida, é elaborado um plano para cumprir a missão e resolver os problemas militares identificados. Após o planejamento, inicia-se a execução das operações militares, dando início a um novo ciclo sempre que um novo problema militar é identificado. Esse ciclo pode ser visualizado na figura a seguir:

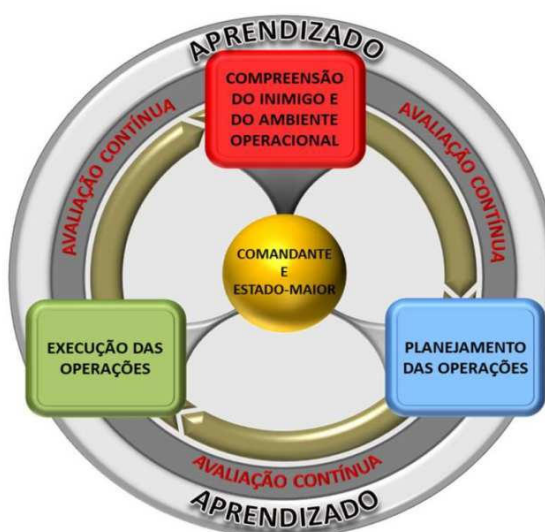


Figura 1 - O Ciclo das Operações Terrestre
Fonte: BRASIL, 2020

Em resumo, o Processo de Planejamento e Condução das Operações Terrestre (PPCOT) é composto por dois principais processos: o planejamento e a condução das operações militares. O planejamento se divide em dois subprocessos: a componente conceitual, conhecida como Metodologia de Concepção Operativa do Exército (MCOE), e o componente detalhado, chamado de Exame de Situação. Já o processo de condução se desdobra em três subprocessos: preparação, execução, avaliação e controle da operação planejada. Cada subprocesso envolve a execução de tarefas específicas, como ilustrado na tabela abaixo:

PROCESSO	SUBPROCESSO	TAREFA
Planejamento	Componente conceitual - Metodologia de Concepção Operativa do Exército (MCOE)	Compreender as orientações e diretrizes recebidas.
		Avaliar o ambiente operacional.
		Identificar o problema.
		Desenvolver a Abordagem Operativa.
		Emitir a Diretriz de Planejamento (DIPLAN).
	Componente detalhado - Exame de Situação	Analisar a missão.
		Analisar a situação.
		Analisar as possibilidades do inimigo e as linhas de ação.
		Comparar as linhas de ação.
		Decidir.
Condução	Preparação	Elaborar planos e ordens.
	Execução	Realizar a preparação dos vetores militares e civis envolvidos.
	Avaliação e Controle da Operação Planejada	Executar a operação planejada.
		Avaliar e controlar as operações terrestres, em coordenação com todos os vetores militares e civis envolvidos, por meio de um Centro de Coordenação de Operações (CCOp) em coordenação com o CCOp do escalão enquadrante (avaliação contínua das operações).

Figura 2 - Processos, Subprocessos e Tarefas do PPCOT
Fonte: BRASIL, 2020

No processo de planejamento, a Metodologia de Concepção Operativa do Exército (MCOE) geralmente é empregada em situações complexas, nas quais não é possível identificar claramente os desafios militares a serem enfrentados.

Por outro lado, o Exame de Situação é um subprocesso que visa criar o planejamento, considerando uma ampla gama de fatores relevantes, a fim de desenvolver estratégias que abordem todos os problemas militares identificados pelo comandante e sua equipe do escalão em questão.

Durante esses estágios de planejamento, são analisados diversos fatores, com destaque para dois tipos principais: fatores operacionais e fatores de tomada de decisão. Os fatores operacionais abrangem uma avaliação abrangente dos aspectos militares e não militares do ambiente operacional. Eles incluem considerações políticas, militares, econômicas, sociais, de informação, de infraestrutura (IE), do ambiente físico e do tempo (PMESIIAT). Uma breve descrição desses fatores operacionais pode ser encontrada na tabela a seguir:

Fator	Descrição	Exemplos de itens de análise
Político	Descreve a distribuição de responsabilidade e poder nos níveis de governo.	<ul style="list-style-type: none"> - centro político de poder; - tipo de governo e legitimidade; - relações exteriores; e - grupos políticos de influência.
Militar	Explora as capacidades militares e paramilitares de todos os atores relevantes (forças oponente, amiga e neutra) no espaço de batalha.	<ul style="list-style-type: none"> - forças militares e paramilitares; - meios aplicados às funções de combate; e - atores armados não militares.
Econ	Analisa o comportamento individual e coletivo quanto à obtenção, distribuição e ao consumo de recursos financeiros.	<ul style="list-style-type: none"> - economia formal e informal; - sistemas financeiro e bancário; - atividades econômicas legais e ilegais; e - disponibilidade de postos de emprego (há desemprego/ mão de obra ociosa?).
Social	Descreve o ambiente cultural, religioso e étnico encontrado no TO/A Op. Descreve as crenças, valores, costumes e o comportamento dos membros da sociedade.	<ul style="list-style-type: none"> - aspectos demográficos; - nível educacional da população; - diversidades étnica e religiosa; - observância aos direitos humanos; - centro social de poder; e - normas sociais e valores vigentes.
Info	Descreve a natureza, a amplitude, as características e os efeitos das organizações e indivíduos ligados às Info. Detalha os Sist de coleta, processamento, disseminação e emprego das Info.	<ul style="list-style-type: none"> - informações públicas (mídias, jornais etc.); - guerra de informação; - Sist e cultura de Intlg; e - manuseio das informações.
IE	Analisa e relaciona estruturas, serviços e instalações necessárias ao funcionamento da comunidade ou sociedade local.	<ul style="list-style-type: none"> - zonas urbanas; - principais construções; - sistemas de transporte; e - densidade de construções.
Ambi Físico	Descreve os aspectos fisiográficos e a meteorologia no(a) TO/A Op.	<ul style="list-style-type: none"> - terreno; - clima; - histórico de desastres naturais; e - meteorologia
Tempo	Descreve o tempo e a duração das operações, eventos e condições no(a) TO/A Op. Analisa e descreve como a noção de tempo e de duração são percebidos pelos vários atores no ambiente operacional.	<ul style="list-style-type: none"> - tempo como um fator crítico e uma ferramenta para a obtenção de vantagens táticas, operacionais e Estrt; - tempo direciona a realização de Op e campanhas; - tempo como um dos fatores mais importantes de Plj de condução de tomada de decisão; - tempo disponível para o cumprimento da missão; e - tempo de duração da operação.

Quadro 3 - Fatores Operacionais
Fonte: BRASIL, 2020

Por contraste, os fatores de decisão são mais focalizados e estão relacionados a uma área de operações específica, podendo ter um impacto direto no cumprimento da missão. Estes fatores englobam: Missão, Inimigo, Terreno e Condições Meteorológicas, Meios e Apoios Disponíveis, Tempo e Considerações Civis (MITeMeTeC). A seguir, fornecemos uma descrição de cada um deles:

Fator	Descrição
Missão	O comandante e o EM visualizam todos os fatores da decisão, considerando o impacto que cada um exerce sobre o cumprimento da missão. A missão é traduzida por um conjunto de atividades e tarefas, que juntamente com a finalidade e a intenção dos comandantes dois escalões acima, indica claramente a ação a ser tomada e o seu porquê. Normalmente, é o primeiro fator a ser considerado durante o processo decisório. O enunciado da missão contém: “o quê”, “quando”, “onde” e o “porquê” da operação.
Inimigo	Este fator aborda o dispositivo do inimigo (organização, tropas com suas localizações e mobilidade tática), doutrina, equipamento, capacidades, vulnerabilidades e prováveis linhas de ação. DICOVAP: Dispositivo, Composição, Valor, Atividades recentes e atuais e Peculiaridades.
Ter E Cndc Meteo	A análise do terreno e das condições meteorológicas (Cndc Meteo) são inseparáveis e influenciam diretamente as operações militares dos oponentes. O terreno inclui os recursos naturais (como rios e montanhas) e as características artificiais (como cidades, aeroportos e pontes). O comandante analisa o terreno considerando os cinco aspectos militares do terreno expressos na sigla OCOAV: Observação e Campos de tiro; Cobertas e abrigos; Obstáculos; Acidentes capitais; e Vias de acesso (VA). Os aspectos militares, quanto às condições meteorológicas, incluem visibilidade, vento, precipitação, nebulosidade, temperatura e umidade.
Meios	Esse fator inclui a quantidade de tropas amigas disponíveis, seus tipos, suas capacidades e suas condições de emprego, incluindo o apoio logístico. Este último abrange níveis de suprimento e os elementos de apoio disponíveis. Inclui, ainda, o apoio civil eventualmente empregado pelas GU/U.
Tempo	O comandante avalia o tempo disponível para o planejamento, a preparação e a execução das tarefas ligadas às operações. Inclui avaliar o tempo necessário para compor os meios, movimentar e manobrar as peças de manobra em relação ao inimigo e ao tempo de planejamento dos subordinados.
Cnsd Civis	As considerações civis (Cnsd Civis) analisam a influência da cultura e das atividades da população local sobre o (a) TO/A Op e a condução das operações sobre essas populações. Inclui efeitos da infraestrutura, das instituições e organizações civis e da liderança política/civil local. As considerações civis compreendem seis vetores: áreas, estruturas, capacidades, organizações, pessoas e eventos (AECOPE).

Quadro 4 - Fatores da Decisão

Fonte: BRASIL, 2020

Como forma de limitar o escopo do presente trabalho, será dada uma maior atenção ao Exame de situação. Dessa forma, não será detalhado a MCOE e nem tão pouco o processo de Condução das Operações.

6.1. O EXAME DE SITUAÇÃO DO COMANDANTE

O exame de situação do comandante é um processo contínuo composto por seis fases (1- Análise da Missão e Considerações Preliminares; 2 - A situação e sua compreensão; 3 - Possibilidades do Inimigo, Linhas de Ação e Confronto; 4 - Comparação das Linhas de Ação; 5 - Decisão; e 6 - Emissão de Planos/Ordens) que ajudam a compreender a situação e melhorar a consciência situacional antes de elaborar planos e ordens. Embora siga uma sequência lógica, pode ser revisado interativamente à medida que novas informações surgem. É importante voltar a fases anteriores se necessário. A coleta de informações é essencial, inclusive durante o planejamento.

A seguir será apresentado um breve resumo do que é feito em cada fase, baseado no manual EB 20-MC-10.211- PPCOT (BRASIL,2020).

6.1.1. Análise da Missão e Considerações Preliminares

A análise da missão é uma etapa crítica no planejamento militar, onde o comandante busca uma compreensão completa do problema em questão. Isso inclui entender como sua missão se relaciona com missões de escalões superiores, outras forças envolvidas na operação e os objetivos estabelecidos pelo nível superior.

Se uma MCOE já foi realizada, essa fase se concentra em desenvolver linhas de ação, levando em consideração informações atualizadas.

Durante a análise da missão, o Estado-Maior apresenta uma proposta de novo enunciado de missão, que descreve as ações a serem executadas e seus propósitos. Uma vez aprovada pelo comandante, uma ordem de alerta é emitida para os comandantes subordinados.

Além disso, o comandante emite uma Diretriz Preliminar de Planejamento (DIPLAN) inicial, que inclui o novo enunciado, a intenção inicial do comandante, a abordagem operativa e orientações para a continuação do exame de situação.

Por fim, o comandante interpreta a intenção do escalão superior e formula uma visão clara da operação, especificando os objetivos da operação e as condições que devem ser alcançadas para atingir o Estado Final Desejado (EFD). Em operações descentralizadas, especialmente em confrontos contra ameaças híbridas e prolongadas, a intenção do comandante em todos os níveis pode ser unificada para facilitar a coordenação e execução eficazes.

6.1.2.A situação e sua compreensão

Nesta fase, a análise da situação é aprofundada, considerando dados sobre a área de responsabilidade, fatores operacionais, forças inimigas, forças amigas e o poder relativo de combate (PRC). A interação com a MCOE e o Processo de Integração Carta, Terreno, Condições Meteorológicas, Inimigo e Considerações Civis (PITCIC) é destacada, apesar de possíveis diferenças terminológicas.

A análise das ameaças desempenha um papel crucial, especialmente em escalões de maior envergadura. Isso envolve compreender detalhes das ameaças para planejar ações terrestres eficazes em operações complexas. O comando divide a área de responsabilidade em categorias de influência da ameaça, usando códigos de cores, como verde (mínima influência), amarelo (influência limitada) e vermelho (ampla influência), com base em critérios como capacidade, atratividade e liberdade de ação da ameaça. Essas categorias orientam o planejamento e o foco das operações.

É importante notar que o nível de influência da ameaça não é fixo e deve ser reavaliado regularmente durante a operação. Isso desempenha um papel crítico no planejamento e na condução das operações.

6.1.3. Possibilidades do Inimigo, Linhas de Ação e Confronto

Nesta fase do planejamento militar, após uma análise detalhada da situação, o foco se volta para as possibilidades do inimigo, a formulação das linhas de ação e o confronto com as ações possíveis do adversário.

Primeiramente, é essencial levantar todas as possíveis ações que o inimigo pode adotar, considerando suas capacidades e recursos. Isso envolve entender a atitude da força adversária e suas capacidades de interferir na missão do escalão considerado.

Em seguida, inicia-se o processo de formulação das linhas de ação, que são conjuntos de ações que levarão ao cumprimento da missão. Cada linha de ação deve ser claramente definida, abordando o "o quê", "como", "onde", "para que" e "quando" das ações a serem realizadas.

Além disso, a organização da área de responsabilidade é fundamental, com a divisão em zonas de ação para os elementos operativos. Isso facilita a coordenação, a atribuição de responsabilidades e a obtenção de unidade de esforços.

A composição de meios é estabelecida com base nas necessidades da missão, e a sincronização das operações visa garantir que as ações sejam coordenadas no tempo, no espaço e no propósito para obter um efeito sinérgico. Também são consideradas as influências civis na área de operações, incluindo fatores políticos, econômicos, sociais e culturais.

Por fim, o confronto das linhas de ação, com as possibilidades do inimigo é realizado, resultando em uma base sólida para a próxima fase do planejamento, com vantagens, desvantagens e uma matriz de sincronização para cada linha de ação, bem como sua avaliação quanto à aceitabilidade, praticabilidade e adequabilidade.

6.1.4. Comparação das Linhas de Ação

Nesta fase crucial do planejamento militar, o comandante e sua equipe estão focados em selecionar a melhor linha de ação (L Aç) para cumprir a missão atribuída. Para isso, eles empregam uma análise rigorosa que envolve critérios estabelecidos desde a análise da missão até o confronto das possíveis L Aç.

O objetivo é identificar a L Aç que ofereça a maior probabilidade de sucesso, com o mínimo de baixas e riscos, entre outros fatores críticos para o êxito da

operação. Essa análise compara objetivamente as L Aç, destacando seus pontos fortes (fatores de força) e fraquezas (vulnerabilidades).

Uma ferramenta valiosa utilizada nesse processo é a matriz de decisão, que permite uma avaliação lógica das L Aç. Os critérios de avaliação recebem pesos, e uma escala de valores é usada para pontuar cada L Aç. Isso ajuda a evitar distorções na percepção do problema e na seleção da melhor estratégia.

É importante notar que, mesmo após a escolha da L Aç, ela ainda passará por uma verificação final para garantir sua adequabilidade, praticabilidade e aceitabilidade. A análise detalhada conduzida pelas diversas seções do Estado-Maior ajuda o comandante nessa fase, especialmente no que se refere à logística.

Se nenhuma das L Aç satisfizer plenamente as condições necessárias, o comandante pode considerar a possibilidade de combinar diferentes linhas de ação. Caso nenhuma alternativa seja adequada, ele deve comunicar suas conclusões ao escalão superior, possibilitando ajustes nos propósitos da missão ou a solicitação de recursos adicionais para garantir o cumprimento da tarefa. Essa fase exemplifica a complexidade do processo de planejamento militar, no qual a escolha da estratégia certa desempenha um papel fundamental no sucesso da operação.

6.1.5. Decisão Análise da Missão e Considerações Preliminares

Na fase de decisão, o comandante escolhe a linha de ação (L Aç) que considera melhor para cumprir a missão, com base nas análises do Estado-Maior (EM). A decisão é um documento interno, expressando um plano geral para a operação, abrangendo os elementos essenciais: "o quê", "quem", "quando", "onde", "como" e "para quê". Essa decisão é breve e clara, servindo de base para a preparação de planos e ordens na próxima fase do processo decisório. A escolha é exclusiva do comandante.

6.1.6. Emissão de Planos/Ordens

Nesta fase, o Estado-Maior (EM) transforma a linha de ação (L Aç) escolhida pelo comandante em um conceito de operação claro e conciso, seguindo as normas

técnicas de elaboração de planos e ordens. O resumo da L Aç selecionada serve como base para o conceito da operação, enquanto o esquema de manobra é usado para criar os calcos de operações. As ordens e planos devem conter informações detalhadas necessárias para o cumprimento da missão, evitando restrições desnecessárias que possam inibir a iniciativa dos subordinados.

Antes de serem emitidas aos subordinados, as ordens ou planos são analisadas e aprovadas pelo comandante, e o ideal é que sejam transmitidas pessoalmente pelo comando, preferencialmente em reuniões com todos os comandantes reunidos.

7. APLICAÇÕES DA IA NO PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONDUÇÕES DAS OPERAÇÕES TERRESTRES (PPCOT)

Ao examinar o fenômeno da Guerra sob a perspectiva do Ciclo de Comando e Controle, adotando como referência o modelo OODA (Observar, Orientar-se, Decidir e Agir), conforme delineado no Manual de Campanha EB20-MC-10.205 - COMANDO E CONTROLE (BRASIL, 2015), o planejamento e a condução das operações militares conduzidas utilizando-se o PPCOT (Obtenção da Consciência Situacional, Desenvolvimento das Linhas de Ação, Ordens e intenções do Comandante, Execução das Ações) se alinha a esse modelo, como se observa na figura a seguir:



Figura 3 - O Ciclo OODA e a condução das operações militares.
Fonte: BRASIL (2015).

Sob essa perspectiva, a guerra de Comando e Controle passa a ver o combate como uma disputa entre os adversários, que executam, cada uma a sua maneira, o Ciclo OODA.

2.5.4.10 Entre dois oponentes, o comandante que **completar o ciclo antes** do adversário influencia o cenário a partir do qual as decisões do outro lado são tomadas, **obrigando o oponente a interromper e a refazer seu ciclo**, proporcionando vantagem ao comandante que utilizá-lo mais rápido. Quanto **menor a duração** desse ciclo, **mais ágil** é o processo decisório.

2.5.4.11 A (Fig 2-3) Figura 4 representa a interação de dois ciclos oponentes. O representado na cor azul foi concluído mais rapidamente, o que determinou vantagem ao seu executante, tendo em vista que o seu oponente terá que reiniciar o respectivo ciclo, em função da nova situação que se apresenta. (grifo e adaptações nossas)(BRASIL, 2015).

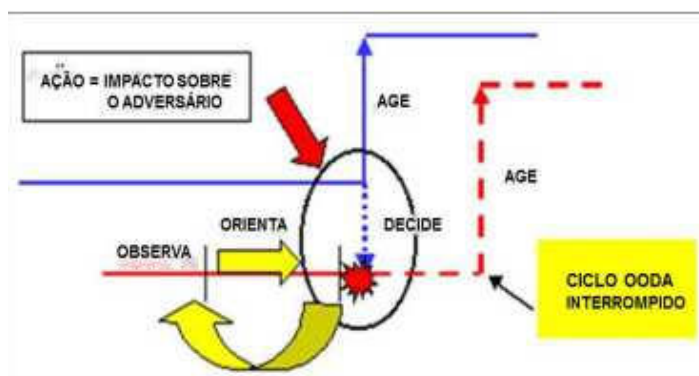


Figura 4 - Interação entre os ciclos OODA amigo e adversário
Fonte: BRASIL(2015).

Contudo, não se trata somente de velocidade, a má qualidade do ciclo decisório também pode ocasionar a derrota na disputa, conforme observa-se no trecho a seguir:

2.5.4.12 A **velocidade** na qual o ciclo será empregado **não será**, no entanto, **suficiente** para garantir sua efetividade. Se a **percepção** do ambiente for **falsa, inadequada** ou **incompleta**, se as informações forem analisadas incorretamente ou se as ações implementadas não correspondem à decisão tomada, o ciclo não afeta o ambiente de acordo com a intenção do comandante, pecando, nesse caso, pela **qualidade** e não pela velocidade.

2.5.4.13 Portanto, a percepção das informações e do ambiente torna-se mais próxima do real, à medida que os ciclos estejam apoiados em processos e em **estruturas eficientes e seguras**.

Nesse mesmo sentido, uma das formas de se vencer a guerra de comando e controle é alcançando a superioridade da informação.

De acordo com o Manual de Campanha EB 20-MC-10.211 (PPCOT) o conceito de Superioridade da informação é:

Superioridade de informações é a capacidade de **coletar**, controlar, **processar, explorar** e de proteger as informações, enquanto se nega ou se dificulta ao adversário a capacidade de fazer o mesmo. À semelhança da superioridade aérea, que permite o controle do espaço aéreo por determinado tempo e lugar, a superioridade de informação, no espaço informacional (incluídos aí os espectros eletromagnéticos e cibernético), pode ser local e temporal. (grifo nosso) (BRASIL,2020)

Portanto, ao assegurar a obtenção de informações de alta qualidade e rapidez, obtém-se a superioridade informacional, tornando possível influenciar o ciclo de tomada de decisão do oponente, de modo a conferir uma vantagem, potencialmente decisiva em certas circunstâncias.

Como delineado nos capítulos anteriores, as técnicas e algoritmos de Inteligência Artificial (IA) têm grande potencial para auxiliar o comandante e seu Estado-Maior ao aprimorar a velocidade e qualidade da aquisição e processamento de informações.

De um ponto de vista conceitual, seguindo a classificação funcional proposta por McCarthy (1955), em um cenário ideal para a utilização da IA em operações militares seria através da implementação de um modelo de Superinteligência Artificial (SIA). Por meio de uma SIA, seria necessário somente fornecer as diretrizes doutrinárias e alimentar os sistemas com as informações brutas coletadas por diversas fontes.

Com o tempo, a própria SIA se responsabilizaria de aprimorar as rotinas de análise, processamento, planejamento e controle dessas informações, superando significativamente em eficiência o processo que inicialmente foi estabelecido. A SIA teria a capacidade até mesmo de gerenciar outras formas de inteligência artificial, combinando capacidades com o objetivo de resolver problemas de alta complexidade de forma autônoma, sem a intervenção humana.

Entretanto, vale salientar que a Superinteligência Artificial, conforme o alcance de nossas pesquisas, permanece como um conceito ainda distante de concretização na realidade. Portanto, as formas mais tangíveis de aplicação da IA no atual estágio de desenvolvimento tecnológico seriam a Inteligência Artificial Estreita (IAE) e a Inteligência Artificial Geral (IAG).

Com o intuito de facilitar a compreensão das aplicações, sempre que possível, foi dada preferência às técnicas mais elementares de IA, apresentadas no capítulo 4, a fim de ilustrar de maneira mais clara e detalhada as técnicas de IA envolvidas nas melhorias propostas.

A seguir, serão apresentadas algumas possíveis contribuições para o subprocesso de Exame de Situação do Comandante, conforme previsto no Planejamento e Preparo de Comandos Operacionais Táticos (PPCOT) e abordado no capítulo 6.

7.1. REUNIÃO E PROCESSAMENTO DE INFORMAÇÕES

Em plena Era da Informação, um dos desafios preeminentes que permeia a experiência humana reside na organização, classificação e processamento incessante das informações que fluem de forma incansável pelos diversos canais de comunicação, como os aplicativos de mensagens instantâneas, as redes sociais, as ligações telefônicas, os e-mails, os vídeos postados no YouTube, as notícias dos jornais das grandes mídias, a internet e os diversos livros impressos ou digitais.

No âmbito das operações militares, esses desafios adquirem proporções ainda mais críticas. Para além da diversidade de fontes de informação, a coleta e processamento são realizados por equipes e indivíduos distintos, gerando um prolongado ciclo de coleta, tratamento e utilização de informações, permeado por incoerências, imprecisões e desentendimentos.

Surge, assim, a imperiosa necessidade de discernir quais informações são as mais atualizadas, relevantes e confiáveis, a fim de propiciar a elaboração de planejamentos e tomadas de decisão fundamentadas.

Durante o processo de seleção de informações relevantes, uma multiplicidade de dados chega ao conhecimento do Estado-Maior (EM), compreendendo documentos de inteligência, relatórios de missão, notícias de fontes diversas, entre outros. Nesse cenário, o desafio de processar e analisar essas informações com oportunidade para contribuir com o planejamento em curso, revela-se algo de magnitude expressiva.

Como delineado no capítulo 6, todas as fases do Exame de Situação do Comandante demandam informações oportunas acerca dos diversos fatores operacionais e dos fatores de decisão (representados pelos acrônimos PMESIAT e MITeMeTeC, respectivamente).

Esta demanda é particularmente mais expressiva nas fases iniciais, a saber, 1) Análise da Missão e Considerações Preliminares; 2) A situação e sua Compreensão; 3) Possibilidades do Inimigo, Linhas de Ação e Confronto. Atualmente, essas informações são organizadas por cada seção do Estado Maior de forma manual, em uma base de dados denominada "estimativas correntes".

Neste contexto, a aplicação de técnicas de Processamento de Linguagem Natural (PLN), em conjunção com estratégias de representação do conhecimento, emerge como uma potencial solução para dar agilidade ao processamento das informações. Para dados textualmente registrados, como os informes e os relatórios de missão, a tokenização inicialmente fragmenta o texto em unidades menores. Posteriormente, a aplicação de análises sintáticas, semânticas, Part-of-Speech (POS) e reconhecimento de entidades nomeadas contribuem para a organização eficiente desses dados.

Informações em idiomas estrangeiros podem ser processadas por técnicas de tradução automática. Tais informações podem, então, ser organizadas por meio de técnicas de representação do conhecimento, como redes neurais, resultando na construção de bases de conhecimento abrangentes sobre os fatores operacionais e de decisão, por exemplo.

Dessa forma, ao delimitar as áreas de interesse e influência do escalão considerado, seria possível filtrar automaticamente as informações mais relevantes ocorridas em cada uma dessas regiões geográficas, permitindo ao decisor e seu Estado-Maior tomarem as decisões e providências necessárias para tratar oportunamente cada incidente. Assim, ocorreria uma redução do tempo gasto no ciclo OODA (Observar, Orientar, Decidir, Agir), ao passo que aumentaria a qualidade e confiabilidade das informações em questão.

7.2. ATUALIZAÇÃO DE INFORMAÇÕES CARTOGRÁFICAS

Com o processamento de fotografias e vídeos georreferenciados por técnicas de visão computacional, representação do conhecimento e raciocínio automatizado, seria possível realizar atualizações de informações cartográficas de modo mais ágil e eficiente.

Os vídeos e as fotografias poderiam chegar por diferentes fontes, como através de drones, relatórios de equipes de reconhecimento, tropas em contato com o inimigo. De posse dessas fontes de informação, técnicas de segmentação e reconhecimento de objetos poderiam identificar dados planimétricos como estradas, vegetação, construções, existência de pontes etc.

Com auxílio de metadados (como as coordenadas de GPS do local da captura, marca e modelo do equipamento de gravação, informações sobre o azimute da lente no momento da captura, nível de zoom da câmera, etc) e a aplicação e técnicas de Lógica baseada em Modelos, seria possível atualizar o traçado de estradas, identificar barreiras erguidas pelo inimigo, atualizar a situação de corpos d'água, atualizar delineamentos das orlas da vegetação, posição e dimensões de estruturas edificadas, e até mesmo construir modelos tridimensionais do terreno (Modelo Digital de Terreno - MDT) em um tempo bastante reduzido.

7.3. ANÁLISE DO TERRENO

Por meio da aplicação de técnicas de visão computacional, aliadas às informações técnicas relativas ao terreno (como altimetria, planimetria, hidrografia, vegetação, estruturas edificadas, estradas e capacidade de carga das pontes), e às especificações técnicas das viaturas militares (como peso, inclinação horizontal e vertical máxima para deslocamento) seria possível a segmentação do terreno em vias de acesso.

Com auxílio de técnicas de Raciocínio automatizado, como as regras de inferência, estas vias de acesso poderiam então ser analisadas à luz de critérios táticos das viaturas e blindados orgânicos das tropas (como velocidade de deslocamento, existências de obstáculos, cobertas, abrigos, campos de tiros, capacidade de superar cursos d'água e obstáculos naturais, como bosques espaçados e vegetações rasteiras, alcance dos armamentos orgânicos, etc) de modo a indicar ao planejador quais tropas seriam as mais adequadas para empregar em cada via de acesso, no contexto e operações ofensivas. Para as operações defensivas, poderia ser feito o raciocínio contrário, auxiliando a identificação dos acidentes geográficos mais relevantes do terreno, bem como quais as vias de acesso

realmente necessitam ser lançados obstáculos, de modo a otimizar o judicioso emprego do terreno para deter o avanço inimigo.

Dessa forma, diversas tarefas que atualmente são realizadas no Processo de Integração Terreno, Condições Meteorológicas, Inimigo e Considerações Civis (PITCIC), poderiam ser automatizadas, de modo a ganhar maior velocidade e qualidade na análise do terreno.

7.4. APRENDIZADO E LEVANTAMENTO DE LINHAS DE AÇÃO

Utilizando fontes doutrinárias inimigas, como manuais, militares que realizam cursos no exterior, seria possível utilizar técnicas de aprendizado de máquina (em especial aprendizado por reforço) para treinar modelos de raciocínio automatizado como a lógica baseado em modelos.

Dessa forma, todas as informações colhidas durante o combate, como o posicionamento de alguns carros de combate ou elementos de apoio ao combate e apoio logísticos poderiam ser completadas por esses modelos, possibilitando a criação automática de inúmeras linhas de ação de como o inimigo desdobrou ou planeja desdobrar sua tropa.

A utilização de lógica de raciocínio probabilístico poderia eleger, baseado no banco de dados de conhecimento que se tem sobre o inimigo, quais linhas de ação seriam mais prováveis e quais seriam os valores dessas probabilidades.

Tal procedimento também poderia ser feito com a doutrina e os meios amigos. Com isso, com base no modelo treinado, a zona de ação, a missão e os meios disponíveis a IA poderia fornecer diversas alternativas e Linhas de Ação para o Cmt e seu EM.

Através de regras de inferências, seria possível ainda levantar de forma automatizada os riscos e realizar a prova de APA (Adequabilidade, Praticabilidade e Aceitabilidade) de cada linha de ação, oferecendo de forma quantificada e sistematizada parâmetros objetivos para auxiliar o Cmt e seu EM na escolha das linhas de ação.

7.5. CÁLCULO DO PODER RELATIVO DE COMBATE

Segundo o Manual de Ensino EB60-ME-11.401 – Dados Médios de Planejamento, o cálculo do Poder Relativo de Combate leva em consideração uma série de variáveis objetivas e subjetivas, conforme se observa no trecho a seguir:

3.7.1 O estudo do poder relativo de combate deve ser utilizado para determinar a superioridade, a inferioridade ou a igualdade das forças que se enfrentam. Entretanto, esse estudo não se reduz a uma expressão matemática das relações estabelecidas, devendo se aprofundar a **capacidade de liderança**, a **aptidão das Unidades para a operação**, a **experiência de combate**, a **possibilidade de dissimulação** e a **inteligência**. Além disso, a **eficácia**, a **vulnerabilidade**, as *limitações* e as **desproporções** dos diferentes meios devem ser avaliados. (BRASIL, 2017)(grifo nosso)

Como se pode observar, na prática, transformar todas essas variáveis em uma avaliação objetiva de forma manual é um desafio quase impossível de se realizar, quando se considera o ambiente hostil de grande pressão psicológica da guerra e a premissa de tempo para realização dos planejamentos.

Por outro lado, modelos de Inteligência Artificial possuem uma facilidade muito maior para lidar com diversas variáveis simultaneamente. O uso de redes neurais aliado a uma quantidade massiva de dados pode ser utilizado para gerar modelos complexos o suficiente para considerar todas as variáveis anteriormente citadas de uma forma prática. Além disso, esses modelos se mostram mais resilientes até mesmo com a ausência de parte dessas variáveis, tornando ainda assim os valores calculados relevantes e representativos.

7.6. SIMULAÇÃO DO CONFRONTO

Durante a terceira fase (Possibilidades do Inimigo, Linhas de Ação e Confronto) do Exame de Situação do Comandante, após o levantamento das linhas de ação mais provável e mais perigosa do inimigo e do levantamento de pelo menos duas linhas de ação amiga para cada linha de ação do inimigo, está previsto a execução da simulação do confronto. Nesse evento, a célula da Seção de Inteligência e a célula da Seção de Operações confrontam suas linhas de ação, de forma a verificar possíveis melhorias e prever possível degradação do poder de combate ao longo da manobra.

Contudo, tal jogo é feito de forma verbal, dependendo muito do conhecimento e da experiência de cada integrante das seções em disputa, para levantar possíveis informações relevantes, além da capacidade verbal de expressar com precisão as ideias levantadas.

Por outro lado, utilizando técnicas de IA generativas como as Redes Neurais Generativas Adversárias (*GAN's - Generative Adversarial Networks*) podem ser utilizadas, de forma que cada rede neural controle um dos partidos. Desse modo seria possível criar simulações mais realísticas do confronto, levando em consideração diversos parâmetros como a distância do disparo ao alvo e a probabilidade estatística desse disparo distância causar danos sérios ao alvo, a balística do projétil, a influência do clima no alcance visual do soldado, a influência do terreno e da chuva na mobilidade da tropa, a disciplina da cadência de tiro e a necessidade prematura de ressuprimento, o alcance dos meios de comunicações, dentre outras coisas.

Com isso, seria possível também criar animações virtuais do confronto, de forma a melhorar o entendimento do Cmt e de seu EM de como poderá ocorrer o confronto.

Além disso, dependendo do desempenho do modelo gerado e das características de desempenho dos recursos computacionais que suportam tal simulação, seria possível realizar diversas simulações e melhorias incrementais, de forma a minimizar os riscos e otimizar o emprego dos meios militares disponíveis.

7.7. SISTEMA DE GERENCIAMENTO DE ALVOS

Durante as segunda e terceira fases do Exame de Situação, após o estudo judicioso dos fatores da decisão, em especial do inimigo, são levantados os Alvos de Alto Valor (AAV), que após a confecção das linhas de ação amigas e inimigas, são priorizados de acordo com o valor tático, para cada fase da manobra, priorizando-os e transformando-os em Alvos Altamente Compensadores (AAC).

Tal dinâmica se faz necessária tendo em vista racionalizar e otimizar as valiosas salvas de tiros de artilharia, visando causar maior dano ao inimigo, bem como priorizar a execução de fogos em alvos mais importantes, principalmente quando há

situações de diversos pedidos de tiro a serem realizados pela mesma unidade de artilharia

Com o uso de IA, a partir da aplicação de técnicas de aprendizado supervisionado, seria possível ensinar a IA, quais seriam tipicamente os Alvos de Alto Valor (AAV) através de exemplos previamente selecionados, como esses alvos seriam priorizados, de modo a se tornarem Alvos Altamente Compensador (AAC).

Além disso, após o jogo da guerra, realizado pelas Redes Neurais Generativas Adversárias, seria possível simular o engajamento de prioridades de várias formas distintas, de modo a se quantificar, quanto essas mudanças facilitariam o cumprimento da missão, diminuiriam o seu risco ou preservariam os meios militares e vidas de soldados.

Outra vantagem seria o aumento na velocidade entre a detecção do alvo e o seu efetivo engajamento pelo fogo. Ao localizar de forma automatizada um alvo altamente compensador dentro da área de influência da tropa, a própria IA poderia enviar para o decisor, concomitante mente para a bateria de tiro. Desse modo, enquanto o decisor avalia, a tropa que irá realizar o tiro já teria tomado todas as ações administrativas, esperando tão somente a autorização, para realizar o fogo.

7.8. CÁLCULO DE ESTIMATIVAS LOGÍSTICAS

Através da aplicação de técnicas de aprendizado de máquina sob dados brutos coletados durante a utilização de equipamentos militares, como por exemplo o consumo de combustível das viaturas e dos carros de combate em deslocamentos nos mais diversos tipos de terreno, poderia resultar em modelos capazes de prever com maior relevância e assertividade a necessidade de combustível para a realização de determinada manobra militar, além de prever em melhores condições as melhores janelas de ressuprimentos, dadas as flutuações do combate.

Tais cálculos poderiam ser feitos para todas as classes de suprimento, além de poder ser realizado também o treinamento de modelos de necessidade de manutenção preditiva e corretiva.

Desse modo, ao final da simulação do confronto, com auxílio da IA, poderia ser realizado uma simulação de como seria realizado a manobra logística, diminuindo de forma significativa o desperdício de recursos ou o risco de uma necessidade prematura de ressuprimento.

7.9. PRODUÇÃO DE ORDENS

Uma vez estabelecida a decisão, prevista na quinta fase do Exame de Situação do Comandante, tecnologias de IA generativas podem ser utilizadas para auxiliar na produção das documentações e ordens escritas, como a Ordem de Operações e seus anexos, ou na preparação de apresentações para as reuniões e os Briefings.

Além disso, IAs no formato de Chats interativos, aos moldes do ChatGPT, poderiam auxiliar na retirada de dúvidas do escalão subordinado e do próprio EM sobre a operação em curso, uma vez que todos os dados do planejamento estariam armazenado em seu banco de dado de conhecimento.

8. OS RISCOS DA UTILIZAÇÃO DA IA NO PLANEJAMENTO DE OPERAÇÕES MILITARES

O avanço da Inteligência Artificial (IA) tem desempenhado um papel significativo no desenvolvimento e aprimoramento das capacidades militares em escala global. No entanto, à medida que as forças armadas incorporam sistemas autônomos e algoritmos complexos no planejamento de operações, surgem desafios éticos, legais e de segurança.

Este capítulo explora minuciosamente os riscos associados à integração da IA no contexto militar, evidenciando preocupações específicas relacionadas à transparência, responsabilidade, violações de direitos humanos, vulnerabilidades de segurança, e desafios na tomada de decisões autônomas.

Como forma de tornar mais claro o risco tratado em cada tópico, utilizou-se de um caso hipotético, no qual a situação tratada poderia se materializar.

8.1. DESAFIOS ÉTICOS E LEGAIS DA UTILIZAÇÃO DA IA

8.1.1. Transparência e Clareza dos Algoritmos

A falta de transparência e clareza nos algoritmos de IA destinados ao planejamento militar levanta considerações éticas e legais. Doshi-Velez e Kim (2017) ressaltam a necessidade de desenvolver uma ciência robusta de aprendizado de máquina interpretável para assegurar compreensão e confiança nas decisões de sistemas autônomos.

Exemplo Hipotético: Considere um algoritmo autônomo encarregado de determinar alvos prioritários em uma zona de conflito. Se o algoritmo opera em um nível de complexidade que os operadores humanos não conseguem compreender totalmente, surgem dilemas éticos. A falta de transparência pode resultar em decisões controversas, prejudicando a confiança dos militares no sistema e comprometendo a eficácia das operações.

8.1.2.Responsabilidade e Auditabilidade em Caso de Falhas

Santoni de Sio e van den Hoven (2018) enfatizam a necessidade de estabelecer controle humano significativo sobre sistemas autônomos para garantir responsabilidade e auditabilidade em falhas. A questão da responsabilidade torna-se crucial à medida que a autonomia das máquinas aumenta.

Exemplo Hipotético: Em um cenário fictício, um sistema autônomo falha ao identificar um alvo, resultando em um ataque não justificado a um alvo civil. A ausência de controle humano significativo dificulta a atribuição de responsabilidade, levantando questões legais sobre quem deve responder por erros graves.

8.1.3.Possíveis Violações de Direitos Humanos durante Operações Autônomas

Mello e O'Neil (2019) alertam para o potencial de violações de direitos humanos derivadas da utilização de sistemas autônomos em operações militares. A falta de discernimento ético nas máquinas pode resultar em decisões prejudiciais e transgressões aos direitos fundamentais.

Exemplo Hipotético: Suponha que um sistema autônomo interprete erroneamente as intenções de civis em uma área de conflito, resultando em ações desproporcionais. O risco de violações de direitos humanos aumenta à medida que as IA carecem do discernimento ético humano, enfatizando a importância de valores éticos na programação.

8.2. VULNERABILIDADES E RISCOS DE SEGURANÇA

8.2.1.Potenciais Ataques Cibernéticos Direcionados a Sistemas de IA

O estudo de Brundage et al. (2018) destaca a ameaça dos ataques cibernéticos direcionados a sistemas de IA, destacando a necessidade de medidas de segurança robustas.

Exemplo Hipotético: Suponha que adversários cibernéticos comprometam sistemas de IA responsáveis pelo monitoramento de movimentos inimigos. A manipulação de dados pode distorcer a inteligência artificial, levando a decisões

militares baseadas em informações falsas e comprometendo a segurança operacional.

8.2.2. Manipulação de Algoritmos para Fornecer Informações Falsas

Diakopoulos (2016) destaca a ameaça da manipulação de algoritmos, enfatizando a necessidade de salvaguardas contra a disseminação de informações falsas.

Exemplo Hipotético: Imagine atores hostis manipulando algoritmos para alterar a interpretação de dados de inteligência. Essa manipulação pode resultar em estratégias militares baseadas em informações falsas, colocando em risco as vidas das forças armadas envolvidas.

8.2.3. Riscos de Dependência Excessiva da Tecnologia

He et al. (2017) abordam os riscos associados à dependência excessiva da tecnologia, destacando a vulnerabilidade estratégica resultante.

Exemplo Hipotético: Considere uma situação em que sistemas autônomos se tornam o principal meio de tomada de decisões. Se esses sistemas falham, a dependência excessiva pode deixar as forças militares vulneráveis e sem capacidade de resposta eficaz.

8.3. RISCO DE PERDA DE CONHECIMENTO DOUTRINÁRIO

Além dos desafios éticos e de segurança, um risco fundamental é a possível perda de conhecimento doutrinário. Amodei et al. (2016) advertem sobre a importância de manter um equilíbrio entre a automação fornecida pela IA e a compreensão contínua dos princípios doutrinários.

Exemplo Hipotético: Com a crescente dependência da IA no planejamento militar, existe o risco de que os profissionais militares deixem de estudar a doutrina, resultando na perda da sensibilidade para nuances e contextos específicos. Bostrom e Yudkowsky (2014) complementam essa preocupação, destacando que a automação

excessiva pode levar à desvalorização da experiência humana e à falta de compreensão contextual.

8.4. DESAFIOS NA TOMADA DE DECISÕES AUTÔNOMAS

8.4.1. Avaliação da Capacidade das IA em Lidar com Situações Imprevistas

Amodei et al. (2016) exploram a avaliação da capacidade das IA em lidar com situações imprevistas, destacando a importância de treinamento e testes rigorosos.

Exemplo Hipotético: Suponha que uma IA, ao encontrar uma situação não

prevista, tome uma decisão inadequada devido a lacunas em seu treinamento. A capacidade de adaptação a cenários inesperados é crítica, e a falta dela pode resultar em estratégias ineficazes ou em falhas operacionais.

8.4.2. Consequências de Decisões Rápidas e Autônomas em Ambientes Complexos

Bostrom e Yudkowsky (2014) discutem as consequências potenciais de decisões rápidas e autônomas em ambientes militares complexos, apontando para a necessidade de avaliar cuidadosamente os impactos dessas decisões sobre missões e estratégias.

Exemplo Hipotético: Imagine uma situação em que uma IA toma decisões rápidas em um ambiente dinâmico. Se essas decisões não forem ponderadas, podem resultar em respostas desproporcionais ou ações que exacerbem o conflito, em vez de resolvê-lo.

9. CONCLUSÃO

Ao encerrar o presente trabalho de pesquisa, é relevante relembrar os objetivos que nortearam esta pesquisa. Buscamos entender como a Inteligência Artificial (IA) poderia ser integrada de maneira promissora no contexto militar, especificamente no âmbito do Processo de Planejamento e Condução das Operações Terrestres (PPCOT). Inspirados pelo modelo OODA (Observar, Orientar, Decidir e Agir) e pelo Ciclo de Comando e Controle, definido pelo Manual de Campanha EB20-MC-10.205 (BRASIL, 2015), exploramos as implicações dessa integração.

A agilidade e qualidade na execução do ciclo OODA emergem como fundamentais para obter uma vantagem estratégica sobre o adversário, particularmente na competição pelo domínio do ambiente de Comando e Controle. A Superioridade da Informação, conforme definida no Manual de Campanha EB 20-MC-10.211 (BRASIL, 2020), destaca-se como um fator crítico para influenciar as decisões adversárias no mencionado ciclo.

Neste contexto, identificamos várias atividades realizadas dentro do Exame de Situação do Comandante que poderiam ser aprimoradas pela aplicação de técnicas de IA. No que diz respeito à Reunião e Processamento de Informações, a implementação de Processamento de Linguagem Natural (PLN) promete acelerar a análise de dados, refinando a identificação de informações críticas provenientes de múltiplas fontes.

A Atualização de Informações Cartográficas, vital para as operações militares, poderia experimentar melhorias significativas com o uso de técnicas de visão computacional, permitindo atualizações ágeis e eficazes de mapas georreferenciados.

A Análise do Terreno, crucial para o planejamento tático, pode se beneficiar substancialmente da automação, utilizando técnicas de visão computacional para analisar vias de acesso, identificar obstáculos e otimizar o aproveitamento do terreno.

O Aprendizado e Levantamento de Linhas de Ação, essencial para antecipar as estratégias inimigas, podem ser aprimorados com o emprego de técnicas de aprendizado de máquina, possibilitando que a IA gere automaticamente alternativas de linhas de ação com base em doutrinas inimigas e aliadas.

O Cálculo do Poder Relativo de Combate, intrinsecamente complexo, pode se beneficiar da aplicação de redes neurais e IA para oferecer uma avaliação mais objetiva e eficiente.

A Simulação do Confronto, crucial para o entendimento das dinâmicas do combate, pode ser enriquecida por meio de Redes Neurais Generativas Adversárias (GANs), proporcionando simulações mais realistas e aprofundadas.

O Sistema de Gerenciamento de Alvos, central na priorização de alvos de alto valor, pode se beneficiar de técnicas de aprendizado supervisionado para melhoria na identificação automática de alvos prioritários.

O Cálculo de Estimativas Logísticas pode ser otimizado por meio de técnicas de aprendizado de máquina, fornecendo previsões mais precisas sobre o consumo de recursos durante as operações.

Finalmente, na Produção de Ordens, a implementação de IA generativa pode facilitar a redação de documentos e ordens, acelerando a comunicação e assegurando a consistência nas informações compartilhadas.

Contudo, é imperativo reconhecer os desafios e riscos associados à incorporação da IA nas operações militares, incluindo questões éticas, vulnerabilidades de segurança e possíveis perdas de conhecimento doutrinário. A transparência, responsabilidade e uma avaliação rigorosa desses riscos são premissas cruciais para garantir que a IA seja uma ferramenta eficaz e ética no contexto militar.

Apesar da visão intrigante da Superinteligência Artificial (SIA), é prudente observar que, conforme o estado atual da tecnologia, a Inteligência Artificial Estreita

(IAE) e a Inteligência Artificial Geral (IAG) são as formas mais tangíveis e viáveis de aplicação da IA nas operações militares.

Em síntese, a convergência da IA no PPCOT delineia oportunidades notáveis para aprimorar a eficiência, precisão e agilidade das operações militares. Todavia, um equilíbrio meticuloso entre inovação e considerações éticas e de segurança é imperativo para garantir o êxito e a integridade dessas implementações.

A continuidade da pesquisa e desenvolvimento na interface entre a IA e as operações militares é vital para explorar plenamente o potencial dessa tecnologia em prol das forças armadas. Além disso, esta pesquisa contribui para o conhecimento ao destacar como a IA pode ser uma aliada estratégica na busca pelo aprimoramento das operações militares, alinhando-se com os Objetivos Estratégicos do Exército Brasileiro.

Suas implicações vão além do campo militar, fornecendo lições valiosas sobre como a tecnologia pode ser integrada de maneira ética e eficaz em contextos complexos e críticos.

Como pesquisador, esta jornada me permitiu compreender as complexidades e desafios da aplicação da IA no contexto militar, e estou confiante de que a continuidade desta pesquisa abrirá novas perspectivas para a modernização das forças armadas.

Agradeço a todos que apoiaram este trabalho e espero que ele inspire pesquisadores futuros a explorar ainda mais os horizontes da IA nas operações militares.

Em última análise, a IA é uma ferramenta poderosa, e cabe a nós utilizá-la com sabedoria e responsabilidade para promover a segurança e a eficiência nas operações militares, contribuindo assim para um mundo mais seguro e estável.

REFERÊNCIAS

- ANDERSON, J., SMITH, R., & DAVIS, M. *Enhancing Submarine Operations with Artificial Intelligence*. Naval Technology. 2019.
- AMODEI, D., OLAH, C., STEINHARDT, J., CHRISTIANO, P., SCHULMAN, J., & MANÉ, D. *Concrete Problems in AI safety*. 2016.
- ARQUILLA, J. *Cyber War Will Not Take Place*. Oxford University Press, 2017.
- ARQUILLA, J., & BOUSQUET, A. *The meaning of military revolutions*. Georgetown University Press. 2019.
- AUTON, D. *Information Overload: A Problem in Modern Warfare*. In: RUSSELL, S.; CRAWFORD, K. The Annotated European General Data Protection Regulation. Columbia University Press, 2016.
- BERGLUND, M., SVENSSON, L., & ANDERSSON, M. *Artificial intelligence for tactical air operations: A framework for evaluation*. International Journal of Machine Learning and Cybernetics, 2020.
- BORENSTEIN, J., & PEARSON, Y. *Artificial intelligence and national security*. Council on Foreign Relations. 2019.
- BOSTROM, N., & YUDKOWSKY, E. *Superintelligence: Paths, dangers, strategies*. Oxford University Press. 2014.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Exército Brasileiro. **Manual de Campanha EB20-MC-10.205 – Comando e Controle**. 1ª Edição. Brasília, 2015.
- _____. _____. _____. **Manual de Campanha EB70-MC-10.211 - PROCESSO DE PLANEJAMENTO E CONDUÇÃO DAS OPERAÇÕES TERRESTRES (PPCOT)**. 2ª Edição. Brasília, 2020.
- _____. _____. _____. **Manual de Ensino EB60-ME-11.401 – Dados Médios de Planejamento Escolar**. 1ª Edição. Brasília, 2017.
- BROWN, S., WILLIAMS, L., & JONES, M. *Artificial intelligence for cyber defense: Challenges and opportunities*. Journal of Defense Studies, 2020.
- BRUNDAGE, M., AVIN, S., CLARK, J., TONER, H., ECKERSLEY, P., GARFINKEL, *At AI. The malicious use of artificial intelligence: Forecasting, prevention, and mitigation*. 2018.
- BRYNJOLFSSON, E.; MCAFEE, A. *The Second Machine Age: Work, Progress, and Prosperity in a Time of Brilliant Technologies*. W. W. Norton & Company, 2014.
- DEVLIN, K. *Tackling the Information Tsunami: A Future Task for Army Intelligence*. Australian National University Press, 2016.

DIAKOPOULOS, N. **Accountability in algorithmic decision making: A view from computational journalism.** In *Data and discrimination: Converting critical concerns into productive inquiry.* 2016.

DOMINGOS, P. **O Algoritmo Mestre.** Intrínseca, 2017.

DOSHI-VELEZ, F., & KIM, B. **Towards a rigorous science of interpretable machine learning.** 2017.

GOODFELLOW, I. *et al.* **Deep Learning.** MIT Press, 2016.

FLORIDI, L., & COWLS, J. **A unified framework of five principles for AI in society.** Harvard Data Science Review. 2019.

FUTURE OF LIFE INSTITUTE. **Asilomar AI Principles.** Disponível em: <https://futureoflife.org/ai-principles/>. 2017. Acesso em: 30 maio 2023.

HAYKIN, S. **Neural Networks and Learning Machines.** Pearson, 2004.

HE, H., WU, D., QIU, M., & FAN, Y. **Development of a risk assessment model for information security based on fuzzy sets and evidential reasoning.** IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 2017.

JURAFSKY, D.; MARTIN, J. H. **Speech and Language Processing.** Pearson, 2019.

JOHNSON, A., WILLIAMS, B., & THOMPSON, C. **The Role of Artificial Intelligence in Enhancing Missile Defense Systems.** Journal of Defense Technology. 2020.

JOHNSON, M., SMITH, D., & BROWN, K. **Drone Surveillance and Artificial Intelligence: Advancements in Target Detection and Recognition.** International Journal of Military Technology and Innovation. 2021.

KARSH, A., DOLEV, S., & TIROSH, D. **AI-Based Robotic Planning for Large-Scale Military Operations.** Robotics, 2020.

KIM, J., YOON, J., & LEE, C.. **Artificial intelligence and the military in South Korea.** AI & Society, 2020.

LANDLER, M. **Pentagon Seeks Laser-Powered Bat Drones and Artificial Intelligence.** The New York Times, Washington, 2018.

LI, F. *et al.* **Deep Residual Learning for Image Recognition.** In: IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition, 2016.

LIN, H., ABNEY, K., & BEKEY, G. A. **Robot ethics: The ethical and social implications of robotics.** MIT Press. 2017.

LUCAS, T. W. **Artificial Intelligence and International Security.** Routledge, 2018.

MEYER, N., WAGNER, S., & GERICKE, O. **Artificial intelligence in military logistics: A literature review and research agenda**. Computers & Industrial Engineering, 2019.

MELLO, P., & O'NEIL, C. **Artificial Unintelligence: How Computers Misunderstand the World**. Pantheon. 2019.

NILSSON, N. J. **Introduction to Machine Learning: an early draft of a proposed textbook**. Morgan Kaufmann Publishers, Stanford University, 1996.

NILSSON, N. J. **The Quest for Artificial Intelligence: A History of Idea and Achievements**. Cambridge. 2010.

OLIVEIRA, J. G. **Inteligência artificial aplicada à guerra: uma análise do uso das tecnologias de inteligência artificial nas operações militares**. Revista de Pesquisa e Análise de Conjuntura, v. 10, n. 2, p. 1-13, 2020.

ROBERTS, S., ANDERSON, J., & DAVIS, M. **Artificial Intelligence for Enhanced Submarine Operations: A Review of Recent Developments**. Journal of Naval Science and Technology, 2020.

RODRIGUES, M. C. **Inteligência artificial e guerra: uma análise crítica da utilização da tecnologia nas operações militares**. Revista de Estudos Militares, v. 6, n. 1, p. 15-23, 2018.

ROBOTTEAM. **TIGR - Autonomous Ground Vehicle**. 2021. Disponível em: <https://www.rrobotics.com/our-platforms/tigr/> Acesso em: 4 maio 2023.

RUSSELL, S. **Human Compatible: Artificial Intelligence and the Problem of Control**. Viking Press, 2019.

SANTONI DE SIO, F., & VAN DEN HOVEN, J. **Meaningful human control over autonomous systems: A philosophical account**. Frontiers in Robotics and AI. 2018.

SCHARRE, P. **Army of None: Autonomous Weapons and the Future of War**. W. W. Norton & Company, 2017.

SCHMIDHUBER, J. **Deep Learning in Neural Networks: An Overview**. Neural Networks, v. 61, 2015.

SCHNEIDER, E., FISCHER, M., & MEYER, N. **Artificial intelligence in military logistics: An empirical study on its current usage and barriers to adoption**. International Journal of Logistics Management 2021.

SILVA, R. C. **Inteligência artificial e sua aplicação no setor militar**. Revista de Defesa Nacional, v. 8, n. 4, 2019.

SMITH, R., JOHNSON, A., & DAVIS, M. **Advancements in Drone Technology and the Role of Artificial Intelligence in Aerial Reconnaissance**. Journal of Defense Engineering, 2020.

SOUTH CHINA MORNING POST. **China unveils new drones, hypersonic missiles in military parade rehearsal**. 2021. Disponível em: <https://www.scmp.com/news/china/military/article/3130946/china-unveils-new-drones-hypersonic-missiles-military-parade>. Acesso em: 4 maio 2023.

SVENSSON, L., ANDERSSON, M., & BERGLUND, M. **Artificial intelligence in air combat: Enablers, barriers, and implications for future airpower**. Journal of Strategic Studies, 2022.

SZELISKI, R. **Computer Vision: Algorithms and Applications**. Springer, 2010.

THOMPSON, R., COOPER, M., & DAVIDSON, E. **Artificial intelligence and cyber security: Opportunities and challenges for national defense**. Strategic Analysis, 2021.

TIKKUN OLAM MAKERS. **Prosthetic Arm: Artificial Intelligence for Customized Prosthetics** [S. l.], 2020. Disponível em: <https://www.tomglobal.org/projects/prosthetic-arm/> Acesso em: 4 maio 2023.

TIMES OF ISRAEL. **How does the Iron Dome missile defense system work?**. [S. l.], 2021. Disponível em: <https://www.timesofisrael.com/explainer-how-does-the-iron-dome-missile-defense-system-work/> . Acesso em: 4 maio 2023.

WILLIAMS, B., JOHNSON, A., & THOMPSON, C. **Enhancing Missile Defense Systems Through Artificial Intelligence: A Comparative Study**. Defense Science Journal, 2021.

ZHANG, Y., CHEN, X., LI, C., MA, X., & ZENG, X. **Swarm intelligence in unmanned combat systems: A review**. IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics: Systems, 2020.