



ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA  
COORDENADORIA ACADÊMICA  
CURSO AVANÇADO DE COMANDO E ESTADO-MAIOR

**ERICK LUIZ PEREIRA RIBEIRO, Maj Av**

O Uso da Inteligência Artificial como Fator de Otimização do Exame de Situação Estratégico

Rio de Janeiro

2024

ESCOLA DE COMANDO E ESTADO-MAIOR DA AERONÁUTICA  
COORDENADORIA ACADÊMICA  
CURSO AVANÇADO DE COMANDO E ESTADO-MAIOR

**ERICK LUIZ PEREIRA RIBEIRO, Maj Av**

O Uso da Inteligência Artificial como Fator de Otimização do Exame de Situação Estratégico

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Comando e Estado-Maior da Escola de Comando e Estado-Maior da Aeronáutica, como requisito parcial para aprovação no Curso de Comando e Estado-Maior.  
Linha de Pesquisa: Operações Militares.  
Orientador: Oziel Silveira.

## RESUMO

O objetivo deste estudo foi analisar a contribuição da inteligência artificial (IA) para a otimização do Exame de Situação Estratégico (Exm Sit Estrt) no Processo de Planejamento Estratégico Conjunto das Forças Armadas, conforme delineado na MD30-M-1. Utilizando uma metodologia de análise bibliográfica qualitativa e exploratória, o trabalho investigou técnicas de IA aplicáveis e os benefícios e desafios associados à sua implementação. A pesquisa identificou passos críticos do Exm Sit Estrt, destacando a relevância de aprendizado de máquina, redes neurais e agentes inteligentes na definição de objetivos estratégicos, análise da área de conflito, desenvolvimento de opções estratégicas militares e previsão de recursos necessários. Os resultados indicaram que a IA pode melhorar a precisão e a rapidez na tomada de decisões, permitindo uma análise mais profunda de dados e a antecipação de cenários adversos. Contudo, desafios como a qualidade dos dados, integração de sistemas complexos e segurança cibernética foram destacados. A conclusão aponta que a incorporação da IA é essencial para a eficiência operacional e a eficácia estratégica das Forças Armadas, mas requer uma infraestrutura robusta e uma adaptação contínua às novas tecnologias e ameaças. Este estudo contribuiu para a compreensão do papel da IA no planejamento estratégico militar, oferecendo uma base teórica sólida para futuras investigações e implementações práticas.

**Palavras-chave:** Inteligência artificial; exame de situação estratégico; planejamento estratégico; operações conjuntas.

## ***ABSTRACT***

*The main objective of this study was to analyze the contribution of artificial intelligence (AI) to the optimization of the Strategic Situation Examination (Exm Sit Estrt) in the Joint Strategic Planning Process of the Armed Forces, as outlined in MD30-M-1. Using a qualitative and exploratory bibliographic analysis methodology, the work investigated applicable AI techniques and the benefits and challenges associated with their implementation. The research identified critical steps of the Exm Sit Estrt, highlighting the relevance of machine learning, neural networks, and intelligent agents in defining strategic objectives, analyzing the conflict area, developing military strategic options, and forecasting required resources. The results indicated that AI can improve accuracy and speed in decision-making, allowing for deeper data analysis and anticipation of adverse scenarios. However, challenges such as data quality, complex system integration, and cybersecurity were highlighted. The conclusion points out that the incorporation of AI is essential for operational efficiency and strategic effectiveness of the Armed Forces, but it requires robust infrastructure and continuous adaptation to new technologies and threats. This study contributes to the understanding of AI's role in military strategic planning, providing a solid theoretical foundation for future investigations and practical implementations.*

**Keywords:** *Artificial Intelligence; Strategic Situation Examination; Strategic Planning; Joint Operations.*

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

DOD	Departamento de Defesa dos Estados Unidos
EXM SIT ESTRT	Exame de Situação Estratégico
FA	Forças Armadas
FAB	Força Aérea Brasileira
FS	Forças Singulares
MD	Ministério da Defesa
OEM	Opções Estratégicas Militares
DPED	Diretriz Ministerial de Emprego de Defesa
TO	Teatro de Operações
FFF	Fatores de Força e de Fraqueza
CG	Centros de Gravidade
IMINT	Inteligência de Imagens
SIGINT	Inteligência de Sinais
ELINT	Inteligência Eletrônica
LNI	Lista de Necessidades Inicial
PEECFA	Plano Estratégico de Emprego Conjunto das Forças Armadas
C2	Comando e Controle
EMCFA	Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas
END	Estratégia Nacional de Defesa
SAI	Sistemas de Agentes Inteligentes
PLN	Processamento de Linguagem Natural
RN	Redes Neurais
AM	Aprendizado de Máquina
IA	Inteligência Artificial
IA	Inteligência Artificial
OE	Objetivo Específico
OG	Objetivo Geral
PPC	Processo de Planejamento Conjunto
PPEC	Processo de Planejamento Estratégico Conjunto

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>07</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>	<b>10</b>
2.1	PROCESSO DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO CONJUNTO.....	10
2.2	INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.....	12
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA.....</b>	<b>14</b>
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO DE DADOS E ANÁLISE DE RESULTADOS.....</b>	<b>17</b>
4.1	PROCESSO DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO CONJUNTO.....	17
4.2	INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL.....	19
4.2.1	Técnicas de IA Aplicáveis ao Exm Sit Estrt.....	19
4.2.1	Benefícios e Desafios da Implementação de IA no Exm Sit Estrt.....	24
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>28</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A eclosão do conflito entre Rússia e Ucrânia em 2014 revelou ao mundo uma nova forma de atuação, caracterizada pelas 3ª e 4ª gerações de guerra. Lind (2005, p. 13, tradução nossa) definiu a terceira geração de guerra como uma guerra convencional baseada “na velocidade, surpresa e no deslocamento mental e físico” e a quarta geração como um conflito além do monopólio do Estado que utiliza táticas de guerrilha.

O presidente da Fundação Potomac, Sr. Phillip Karber, durante sua explanação no Fórum Militar Russo em 2015, dividiu as ações da Rússia nesse conflito, em três momentos distintos. Primeiro, a Rússia inflou as rivalidades entre a população pró-Rússia e os demais habitantes através de mídias e propaganda. Em seguida, utilizou técnicas de guerrilha por meio de elementos infiltrados na população ucraniana, causando instabilidade no governo, além de cooptar mercenários e grupos criminosos locais para colapsar a economia. Finalmente, empregou Forças Especiais e tropas regulares em auxílio à população para emergir como grande salvadora da desordem inicialmente instaurada.

Naquele momento, foi possível observar que o Kremlin estava preparado para coordenar múltiplas ações e impor sua vontade ao outro Estado. Isso demonstrou o preparo e a capacidade de planejamento dos russos, que ao combinar diferentes táticas pôde aproveitar os benefícios dos conflitos regulares e irregulares sinergicamente. Desde o nível político até o tático, ficou evidente a capacidade russa de realizar ações assertivas, coordenadas e em momentos oportunos.

Resta evidente que no ambiente das operações militares modernas, o planejamento estratégico é um elemento crucial para o sucesso a longo prazo das forças armadas. Esse processo envolve a formulação, implementação e avaliação de decisões multifuncionais que permitem a uma organização militar alcançar seus objetivos.

Segundo Endeslay (2012, p. 34, tradução nossa), a tomada de decisão envolve a “seleção de uma ação apropriada a partir de várias alternativas disponíveis” e para Silva (2015, p. 10), “a tomada de decisão é um ato que exige firmeza ou coragem na resolução do problema, objetivando conquistar resultados positivos [...]”.

Ainda para Endeslay (2012), essa escolha recebe influência direta do tomador de decisão, uma vez que esse, responsável por definir a linha de ação a ser tomada, possui características intrinsecamente moldadas pela cultura a que está inserido, por seu instinto psicológico, além da sua inteligência.

Essas relações entre as percepções humanas individuais e o ambiente também foram abordadas por Henriqson *et al.* (2009, p. 436) quando afirmaram que no processo de tomada de decisão não se pode excluir “a interferência de fatores como atenção, memória, conhecimento, experiências (tratados como gestão de recursos cognitivos) e o feedback de sinais/informações já processadas”, evidenciando a preponderância do fator subjetivo em todo processo.

Com o intuito de minimizar essa subjetividade, órgãos, empresas e organizações procuram estabelecer processos bem rigorosos para a tomada de decisão. Silva (2015, p. 15-16) por exemplo, estabeleceu um processo constante de cinco etapas, “Identifique o problema a ser solucionado ou a oportunidade a ser aproveitada; Elabore as linhas de ação a serem tomadas; Liste as vantagens e desvantagens de cada ação; Selecione a melhor alternativa; e Avalie o resultado obtido e, caso a decisão não tenha sido a melhor, volte ao início.” Ou seja, um ciclo completo que pode se retroalimentar indeterminadamente.

Para um cenário conflituoso, instável e complexo, Endsley (2012) destacou a importância de adotar medidas que acelerem o processo de decisão, enfatizando que esse processo está intimamente ligado a uma análise sistemática do ambiente. Partindo desse pressuposto, Smith (2001) comparou o processo decisório das forças inimigas com o das forças aliadas, afirmando que aquele a interferir primeiro no processo do adversário terá vantagem e provavelmente conseguirá conduzir o conflito de acordo com seus próprios termos.

Para atingir esse objetivo, além de utilizar os processos de auxílio à decisão, é importante utilizar ferramentas que consigam executar algumas tarefas com maior celeridade que o ser humano. Com a crescente complexidade dos cenários de conflitos e a necessidade de uma resposta rápida e eficiente aumentou a relevância do uso de tecnologias avançadas para otimizar o planejamento estratégico.

Dentre essas tecnologias, a Inteligência Artificial tem sido amplamente reconhecida como uma ferramenta poderosa para transformar diversos setores, incluindo o militar. Segundo Jarrahi *et al.* (2022, p. 2), " os sistemas de IA podem potencialmente transformar recursos de conhecimento em novas capacidades que facilitar a aprendizagem organizacional".

Assim como no contexto organizacional, no contexto militar, a IA pode fornecer vantagens significativas, como a capacidade de processar grandes volumes de dados em tempo real, identificar padrões ocultos e prever tendências futuras com maior precisão. A incorporação da IA em estratégias militares não é apenas uma tendência, mas uma necessidade em um ambiente de segurança cada vez mais volátil e incerto.

Assim, o Departamento de Defesa (DoD – sigla em inglês) dos Estados Unidos emitiu, em 2021, o memorando 20301 – 1010:

Aprova a Estratégia Multidomínio de Comando e Controle Conjunto (JADC2 - sigla em inglês) que estabelece um caminho para capacitar nossos líderes e combatentes para orientar, decidir e agir mais rapidamente do que os nossos concorrentes. Fazer isso requer prover os comandantes operacionais com tecnologias baseadas em dados, incluindo inteligência artificial, máquina de aprendizagem e automação. (DOD, 2022, p. 1, tradução nossa)

O Departamento de Defesa americano referiu-se a sistemas inteligentes que podem ser integrados em drones, satélites, equipamentos de soldados e aeronaves (DOD, 2021). Eles processam e analisam grandes volumes de dados em tempo real, crucial para operações militares, onde rapidez e precisão são decisivas (Russel e Norvig, 2020).

Dentre as capacidades da Inteligência Artificial destacam-se as técnicas de aprendizado de máquina e modelagem preditiva que simulam cenários de conflito e preveem comportamentos adversários, ajudando a desenvolver estratégias robustas; a automação de tarefas rotineiras no planejamento estratégico, liberando recursos para questões mais complexa; e o aumento da consciência situacional facilitando a tomada de decisões (RAND, 2021)

Desse modo, a IA pode ajudar os comandantes a explorarem novas opções, permitindo que selecionem cursos de ação que melhor alcancem os resultados da missão, minimizando os riscos tanto para as forças destacadas quanto para os civis (DOD, 2021).

Ao considerar esse crescente avanço da inteligência artificial, bem como a necessidade de otimizar o processo decisório ao longo de um conflito armado, questionou-se: em que medida a inteligência artificial contribui para otimização do processo de planejamento estratégico conjunto preconizado pela MD30-M-1?

Assim, o objetivo geral deste trabalho foi analisar em que medida a inteligência artificial contribui para o Exame de Situação Estratégico (Exm Sit Estrt) do processo de planejamento estratégico conjunto das Forças Armadas, conforme delineado na MD30-M-01.

Para que fosse possível atingir o objetivo geral (OG) foi necessário dividir a pesquisa em três objetivos específicos (OE):

OE1 – Identificar os passos do Exame de Situação Estratégico Processo de Planejamento Estratégico Conjunto da MD30-M-1.

OE2 – Investigar as técnicas de IA aplicáveis ao Exame de Situação Estratégico.

OE3 – Identificar os benefícios e desafios associados à implementação de IA na otimização da análise de dados e na tomada de decisões através do Exame de Situação Estratégico do Processo de Planejamento Estratégico Conjunto da MD30-M-1.

Esta pesquisa foi de fundamental importância para entender qual a utilidade da IA no processo decisório do MD, uma vez que há necessidade de buscar tecnologias que possam

otimizar o processo, permitindo que o ciclo de decisão ocorra de forma mais célere e eficiente que o ciclo do inimigo.

Para decidir, a MD30-M-1 estabelece processos nos diferentes níveis de decisão, no entanto este estudo foi delimitado ao uso de técnicas de IA que podem ser aplicadas dentro do Processo de Planejamento Conjunto Estratégico (PPEC), especificamente no Exame de Situação Estratégico buscando identificar o impacto dessas técnicas na eficácia e eficiência para tomada de decisões militares.

Assim, este artigo partiu da hipótese de que a Inteligência Artificial contribui significativamente para a otimização do exame de situação estratégico do processo de planejamento estratégico conjunto das Forças Armadas, conforme delineado na MD30-M-01. A seguir, foram apresentados os principais conceitos e abordagens teóricas desta pesquisa, proporcionando uma base sólida para a análise dos dados e apresentação dos resultados.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO**

Este trabalho foi realizado com base na MD30-M-1 – DOCTRINA DE OPERAÇÕES CONJUNTAS, volume 2 e utilizou as principais referências tanto no campo da Inteligência Artificial quanto na área de estratégia militar.

Foi utilizado o processo decisório de nível estratégico delineado na MD30-M-1, com o objetivo de encontrar uma forma de otimizá-lo.

Para entender as possibilidades de Inteligência Artificial (IA) foram consultadas três obras importantes: a primeira de Stuart Russell e Peter Norvig, a segunda de Andrew Ng, além dos relatórios da RAND Corporation, que desempenharam um papel crucial na exploração das técnicas de IA aplicáveis ao planejamento estratégico conjunto das Forças Armadas (FA).

### **2.1 PROCESSO DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO CONJUNTO**

O EMCFA, mediante a norma MD30-M-1, volumes 1 e 2, estabeleceu a doutrina de emprego conjunto das Forças Armadas brasileiras. Nela podem ser encontrados os fundamentos doutrinários de planejamento, preparo e emprego em Operações Conjuntas.

O planejamento do emprego conjunto das Forças Armadas, sob a competência do Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas (EMCFA), deve seguir a Lei Complementar nº 97/1999, a Política Nacional de Defesa (PND), a Estratégia Nacional de Defesa (END) e o Decreto nº 7.276/2010.

A doutrina abrange os três níveis de decisão e detalha dois processos bem estruturados: o Processo de Planejamento Estratégico Conjunto (PPEC) e o Processo de Planejamento Conjunto (PPC), para utilização nos níveis estratégico e operacional respectivamente. Entretanto, estipula que o nível tático deve utilizar o procedimento preconizado no PPC para realizar o seu planejamento.

Considerando que o processo decisório é um conjunto de procedimentos estruturados para selecionar a melhor ação entre várias alternativas possíveis, visando resolver um problema específico (Silva, 2015), essa etapa tem caráter essencial para garantir que as ações militares sejam realizadas de forma coordenada e eficiente, alinhadas aos objetivos estratégicos estabelecidos. Eis porque a doutrina de operações conjuntas define pormenorizadamente os estepes a serem seguidos para planejamento das ações em cada fase:

- a) planejamento estratégico: Envolve a formulação de planos de longo prazo que definem os objetivos gerais das Forças Armadas e as estratégias para alcançá-los. Este tipo de planejamento é fundamental para a coordenação de operações conjuntas e a alocação de recursos;
- b) planejamento operacional: Focado em operações de curto prazo, envolvendo táticas e ações específicas para atingir objetivos imediatos; e
- c) planejamento tático: Abrange planos detalhados para batalhas e operações individuais, levando em consideração a logística e o posicionamento das forças.

Este trabalho focou no nível estratégico do planejamento e abordou uma parte do Processo de Planejamento Estratégico Conjunto que é uma metodologia para integrar as diferentes forças militares (Exército, Marinha e Aeronáutica) na condução de operações coordenadas e eficazes.

O PPEC é dividido em três partes principais: Exame de Situação Estratégico, Redação do PEECFA (Plano Estratégico de Emprego Conjunto das Forças Armadas), e Controle da Operação Planejada pelo Nível Estratégico. Seu objetivo é assegurar que todas as ações militares sejam planejadas e executadas de maneira alinhada, aproveitando as capacidades específicas de cada força, maximizando a eficiência operacional.

Este processo estruturado garante que todas as variáveis relevantes sejam consideradas, promovendo uma tomada de decisão informada e bem dimensionada. A aplicação rigorosa do PPEC permite que as Forças Armadas Brasileiras respondam de maneira eficaz aos desafios operacionais, mantendo a vantagem estratégica em cenários de conflito.

## 2.2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Inicialmente, para tratar das definições atinentes ao campo da inteligência artificial e como fonte primária deste trabalho, foi utilizada a obra de Stuart Russel e Peter Norvig, denominada "Artificial Intelligence: A Modern Approach", na qual os autores oferecem uma visão abrangente das diversas técnicas de IA, desde os fundamentos até as aplicações avançadas.

Este livro é considerado uma referência clássica e essencial para qualquer estudo sobre IA. Russel e Norvig (2020) discutiram uma ampla gama de técnicas, incluindo aprendizado de máquina, redes neurais, processamento de linguagem natural e sistemas de agentes inteligentes. A profundidade e abrangência desta bibliografia forneceram uma base teórica robusta para entender como essas técnicas podem ser aplicadas no contexto de planejamento de ações militares.

Em seguida utilizou-se o livro "Machine Learning Yearning" de Andrew Ng, uma figura proeminente no campo do aprendizado de máquina, que é um desdobramento dos sistemas de IA. Esta obra forneceu insights práticos sobre a aplicação de técnicas de aprendizado de máquina em problemas reais, o que é altamente relevante para a análise de dados e previsões no planejamento estratégico militar.

Ng (2018) destacou a importância de modelos preditivos que aprendem com dados históricos para oferecer *insights* valiosos sobre possíveis cenários futuros, contribuindo diretamente para a tomada de decisão em ambientes dinâmicos e complexos. Ng (2018, p. 35, tradução nossa) enfatizou que "a chave para uma IA eficaz é o desenvolvimento de modelos que possam generalizar bem a partir de dados de treinamento para novos dados".

Por fim, buscou-se uma literatura que abarcasse a utilização da IA no contexto de Comando e Controle (C2) militar. Para tal, foram utilizados os relatórios da RAND Corporation, "Exploring the Feasibility and Utility of Machine Learning-Assisted Command and Control" volumes 1 e 2.

A RAND Corporation é "uma organização de pesquisa que desenvolve soluções para desafios de políticas públicas para ajudar a tornar comunidades em todo o mundo mais seguras e protegidas, mais saudáveis e mais prósperas" (RAND, 2021, p. 2, tradução nossa).

Os relatórios analisados trouxeram "uma estrutura analítica para compreender a adequação de um sistema de IA específico para um determinado problema C2 e para avaliar o sistema de IA quando aplicado ao problema" (RAND, 2021, p. 5, tradução nossa), por solicitação da Força Aérea dos Estados Unidos. Mostraram-se recursos valiosos por oferecerem

uma análise detalhada das capacidades da IA e sua aplicabilidade em processos de Comando e Controle (C2).

Eles apresentaram estudos de casos técnicos que demonstraram a viabilidade e utilidade do aprendizado de máquina no contexto militar, além de discutir as implicações práticas e desafios da implementação de IA em operações militares.

Esses relatórios forneceram evidências empíricas sobre como as técnicas de IA podem melhorar a tomada de decisões e a eficiência operacional. Eles enfatizaram que "A implementação de sistemas de IA em C2 tem o potencial de transformar a eficácia operacional, proporcionando aos comandantes informações em tempo real que são cruciais para a tomada de decisões estratégicas" (RAND, 2021, p. 112, tradução nossa).

Essas obras em conjunto trouxeram definições extremamente importantes para o contexto deste trabalho, que serviram de arcabouço para as análises subsequentes:

- a) Inteligência Artificial (IA): campo da ciência da computação que visa criar sistemas capazes de realizar tarefas que normalmente requerem inteligência humana, como percepção visual, reconhecimento de fala, tomada de decisão e tradução de idiomas. (Russel e Norvig, 2020).
- b) Aprendizado de Máquina (AM): subcampo da IA que envolve a criação de algoritmos que permitem que computadores aprendam a partir de dados e façam previsões ou decisões baseadas nesses dados. Segundo Ng (2018, p. 66, tradução nossa) "muitos sistemas de aprendizado de máquina visam automatizar coisas que os humanos fazem bem. Exemplos incluem reconhecimento de imagem, reconhecimento de fala e classificação de spam de e-mail. Os algoritmos de aprendizado têm evoluído tanto que agora estão ultrapassando o nível de desempenho humano em um número cada vez maior de tarefas".
- c) Redes Neurais (RN): modelos computacionais inspirados no cérebro humano, consistindo em camadas de neurônios artificiais que processam informações. Russel e Norvig (2020, p. 40, tradução nossa) descreveram as redes neurais como "sistemas de processamento paralelo distribuído com um grande número de nós interconectados (neurônios)".
- d) Processamento de Linguagem Natural (PLN): campo da IA focado na interação entre computadores e linguagens humanas, permitindo que as máquinas compreendam e respondam à linguagem humana. Russel e Norvig (2020) definiram o NLP como a habilidade de um computador entender e processar a linguagem humana da mesma forma que os humanos.

- e) Sistemas de Agentes Inteligentes (SAI): programas de software que percebem seu ambiente, tomam decisões autonomamente e agem para alcançar objetivos específicos. “Sistemas de Agentes Inteligentes são uma entidade que percebe seu ambiente através de sensores e age sobre esse ambiente através de atuadores” (Russel e Norvig, 2020, p. 53, tradução nossa).

As principais ideias de cada bibliografia se conectaram diretamente com os objetivos específicos 2, investigar as técnicas de IA aplicáveis ao Exame de Situação Estratégico e 3, identificar os benefícios e desafios associados à implementação de IA na otimização da análise de dados e na tomada de decisões através do Exame de Situação Estratégico do Processo de Planejamento Estratégico Conjunto da MD30-M-1.

Russel e Norvig abordaram uma ampla gama de técnicas de IA incluindo redes neurais, processamento de linguagem natural e agentes inteligentes, que são altamente relevantes para a análise de dados de inteligência, previsão de cenários de conflito e otimização de estratégias de combate.

Andrew Ng enfatizou a importância de modelos preditivos e a qualidade dos dados no aprendizado de máquina, aspectos cruciais para a antecipação de movimentos inimigos e a otimização de recursos.

Já os relatórios da RAND Corporation forneceram estudos de caso que demonstraram a viabilidade prática dessas técnicas citadas por Russel e Norvig e Andrew Ng em contextos militares, discutindo a integração de IA em sistemas de C2 e seus benefícios para a tomada de decisões e eficiência operacional. Também forneceram os parâmetros críticos essenciais para implementação de sistemas de IA nas cadeias de comando e controle.

Assim, as referências selecionadas forneceram uma combinação de fundamentos teóricos, aplicações práticas e evidências empíricas que foram essenciais para investigar e entender como as técnicas de IA podem ser aplicadas ao planejamento estratégico conjunto das Forças Armadas. A integração dessas perspectivas permitiu uma análise abrangente e bem fundamentada, que permitiram alcançar o objetivo geral deste artigo.

### **3 METODOLOGIA**

O estudo buscou explorar de maneira abrangente e fundamentada, por meio de análise bibliográfica de cunho exploratório e qualitativa, como a Inteligência Artificial (IA) pode otimizar o Exame de Situação Estratégico do Processo de Planejamento Estratégico Conjunto (PPEC) das Forças Armadas Brasileiras, conforme delineado na MD30-M-1.

A coleta de dados baseou-se em uma pesquisa bibliográfica de cunho exploratório, que envolveu a revisão e análise de fontes como livros, artigos acadêmicos e relatórios técnicos. A seleção das fontes foi criteriosa, considerando a relevância do conteúdo, a credibilidade dos autores e a atualidade das publicações. Essa abordagem garantiu que a pesquisa fosse fundamentada em informações robustas e atualizadas, permitindo uma análise aprofundada das técnicas de IA e sua aplicabilidade no planejamento estratégico militar.

A análise dos dados coletados foi realizada qualitativamente para identificar e categorizar as técnicas de IA descritas na literatura e sua aplicabilidade ao planejamento estratégico militar.

Este trabalho foi limitado ao Exame de Situação Estratégico do Processo de Planejamento Estratégico Conjunto da MD30-M-1, sem abordar outros níveis de planejamento ou diferentes contextos operacionais das Forças Armadas.

A escolha de delimitar o estudo ao Exame de Situação Estratégico do PPEC foi baseada na relevância e complexidade desta etapa do processo, que integra diversas forças militares e exige um alto nível de coordenação e eficiência. Embora essa delimitação permita uma análise mais focada e detalhada, ela também implica que os resultados e recomendações do estudo são específicos para o Exm Sit Estrt e podem não ser aplicáveis a outros contextos de planejamento militar.

Para atingir o objetivo geral de analisar em que medida a Inteligência Artificial contribui para otimização do Exm Sit Estrt do PPEC, conforme delineado na MD30-M-01, o estudo foi estruturado com base em três objetivos específicos, cada um detalhado para garantir uma análise completa e relevante.

O primeiro objetivo específico foi identificar os passos do Exame de Situação Estratégico do Processo de Planejamento Estratégico Conjunto da MD30-M-1. Para isso, foi realizada a revisão detalhada do documento MD30-M-1, volume 2, analisando a descrição e estrutura do PPEC.

O documento descreve um conjunto de procedimentos estruturados para selecionar a melhor ação entre várias alternativas possíveis, visando resolver um problema específico. Esse processo é essencial para garantir que as ações militares sejam realizadas de forma coordenada e eficiente, alinhadas aos objetivos políticos estabelecidos. A sua revisão e análise permitiu uma compreensão clara das etapas envolvidas no PPEC.

O segundo objetivo específico foi investigar as técnicas de IA aplicáveis ao planejamento estratégico conjunto. Para isso, foi realizada uma pesquisa bibliográfica aprofundada, explorando as principais técnicas de IA, como aprendizado de máquina, redes

neurais, processamento de linguagem natural e agentes inteligentes. As fontes principais incluíram "Artificial Intelligence: A Modern Approach" de Stuart Russel e Peter Norvig, "Machine Learning Yearning" de Andrew Ng e os relatórios da RAND Corporation.

Essas fontes forneceram uma visão abrangente das capacidades e aplicações da IA em diversos contextos, incluindo o militar. Russel e Norvig (2020) abordaram uma ampla gama de técnicas de IA destacando sua aplicabilidade em tarefas complexas como a análise de dados de inteligência e a previsão de cenários de conflito. Enquanto Ng (2018) enfatizou a importância de modelos preditivos que aprendem com dados históricos, oferecendo insights valiosos sobre possíveis cenários futuros.

Para completar a análise foram utilizados os relatórios da RAND Corporation que realizou estudos de casos empíricos que demonstraram a viabilidade e os benefícios da implementação de IA em operações militares, discutindo também os desafios práticos envolvidos.

O último objetivo específico foi identificar os benefícios e desafios associados à implementação de IA na otimização da análise de dados e na tomada de decisões através do Exm Sit Estrt do PPEC da MD30-M-1.

Para isso, foram analisados estudos de caso e exemplos práticos encontrados na literatura, especialmente nos relatórios da RAND Corporation. Os relatórios destacaram diversos benefícios da IA, como a capacidade de processar grandes volumes de dados em tempo real, identificar padrões ocultos e fornecer previsões precisas. Essas capacidades são cruciais para operações militares, onde rapidez e precisão podem significar a diferença entre o sucesso e o fracasso de uma missão.

Os relatórios da RAND também revelaram desafios significativos, como a necessidade de integrar sistemas complexos, garantir a segurança cibernética e manter a transparência nas decisões automatizadas. A implementação de IA em sistemas de Comando e Controle (C2) exige uma infraestrutura robusta e uma adaptação contínua às novas tecnologias e ameaças (RAND, 2021)

Em complemento, a RAND (2021, p. 112, tradução nossa) também ressaltou que "a implementação de sistemas de IA em C2 tem o potencial de transformar a eficácia operacional, proporcionando aos comandantes informações em tempo real que são cruciais para a tomada de decisões estratégicas". No entanto, esses sistemas também devem ser protegidos de ataques cibernéticos e manipulados com cuidado para evitar decisões automatizadas que possam não considerar nuances críticas da situação operacional.

Assim, a metodologia deste estudo combinou uma revisão bibliográfica exploratória com uma análise qualitativa das técnicas de IA aplicáveis ao planejamento estratégico conjunto, buscando alinhar as capacidades dessas tecnologias com as necessidades específicas do Exm Sit Estrt do PPEC da MD30-M-1.

Destacou tanto os benefícios quanto os desafios da adoção de IA oferecendo uma base teórica sólida para futuras investigações e implementações práticas. A integração das perspectivas teóricas e empíricas permitiu uma análise abrangente e bem fundamentada, crucial para alcançar os objetivos do artigo e contribuir para a otimização do planejamento estratégico das Forças Armadas Brasileiras.

#### **4 APRESENTAÇÃO DE DADOS E ANÁLISE DE RESULTADOS**

A apresentação dos dados seguiu a sequência lógica dos objetivos específicos com o intuito de melhor atender ao objetivo geral desta pesquisa. Iniciou-se com a identificação dos passos do PPEC disposto na MD30-M-1, volume 2. Posteriormente, de maneira simultânea, foram trabalhados o OE2 e OE3, com base na pesquisa da bibliografia descrita do capítulo 2, para verificar os possíveis sistemas de IA para cada etapa do Exm Sit Estrt, bem como os benefícios e desafios de implementação de cada um.

##### **4.1 PROCESSO DE PLANEJAMENTO ESTRATÉGICO CONJUNTO**

Para atingir o OE1, identificar os passos do Processo de Planejamento Estratégico Conjunto da MD30-M-1, fez-se mister detalhar cada etapa para que houvesse um melhor entendimento de todo processo.

A MD30-M-1 no seu volume 2, estabeleceu o processo para o planejamento das ações militares no nível estratégico, denominado Processo de Planejamento Estratégico Conjunto (PPEC) que se divide em três partes.

A primeira parte denominada Exame de Situação Estratégico deve ser elaborada pelo Estado-Maior Conjunto das Forças Armadas e deve processar as informações com o objetivo de analisar todo conhecimento adquirido sobre o cenário, sobre o inimigo e sobre as forças amigas.

A primeira parte, Exm Sit Estrt é subdividido em oito passos:

- a) passo 1: Estabelecimento dos Objetivos Estratégicos - Definição dos objetivos a serem alcançados, alinhando-os com a política de defesa nacional.

- b) passo 2: Análise Estratégica da Área do Conflito - Avaliação das condições geográficas, políticas e militares da área de operações, identificando possíveis ameaças e oportunidades.
- c) passo 3: Opções Estratégicas Militares (OEM) - Desenvolvimento de diferentes estratégias para atingir os objetivos definidos, considerando os recursos disponíveis e as possíveis reações do inimigo.
- d) passo 4: Previsão de Estimativa Inicial de Meios - Cálculo dos recursos necessários para implementar cada opção estratégica, incluindo tropas, equipamentos e suporte logístico.
- e) passo 5: Ações Estratégicas - Planejamento detalhado das ações a serem executadas para cada opção estratégica, estabelecendo cronogramas e responsabilidades.
- f) passo 6: Análise e Reajustamento das OEM - Revisão contínua das opções estratégicas com base em novas informações ou mudanças no cenário operacional, ajustando planos conforme necessário.
- g) passo 7: Comparação das OEM - Avaliação comparativa das diferentes opções estratégicas para identificar a mais viável e eficaz, considerando os objetivos e os recursos disponíveis.
- h) passo 8: Decisão - Seleção e aprovação da opção estratégica a ser implementada, formalizando o plano de ação que será seguido.

Após a conclusão do Exame de Situação Estratégico, com a seleção e aprovação da ação estratégica, é elaborado o Plano Estratégico de Emprego Conjunto das Forças Armadas (PEECFA), perfazendo a segunda parte do PPEC. Este documento detalha o plano de ação, baseado na opção estratégica selecionada e é essencial para a coordenação e execução das operações militares.

Como essa fase do PPEC trata apenas de confecção de documento para entrega das orientações do escalão estratégico ao escalão operacional, não foi objeto deste estudo.

A parte 3 do PPEC é o Controle da Operação Planejada pelo Nível Estratégico, que envolve a supervisão contínua das ações militares conduzidas pelos Comandos Operacionais para garantir que os objetivos estratégicos sejam alcançados. Esta fase inclui a avaliação dos resultados das operações e o ajuste das ações conforme necessário.

Como esta fase é elencada aos resultados das ações nos níveis operacional e tático, analisar as possibilidades de utilizar inteligência artificial para otimizá-la, impactaria em estudar os demais processos descritos na MD30-M-1 o que aumentaria a abrangência do trabalho. Assim, este estudo propôs que a análise da possibilidade de melhorar a eficiência do

Controle da Operação Planejada pelo Nível Estratégico seja realizada em outro momento para que possam ser levantados minuciosamente todos os processos constantes na doutrina.

Assim, considerando o acima exposto e que o processo decisório estipulado no PPEC se encerra no passo 8 do Exm Sit Estrt e que nas demais partes não cabe ação efetiva do decisor de nível estratégico, este artigo limitou-se a analisar apenas a primeira parte e seus passos.

## 4.2 INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Com o processo decisório bem definido, iniciaram-se os estudos das bibliografias “Machine Learning Yearning” de Andrew Ng, “Artificial Intelligence: A Modern Approach” de Russell e Norvig, e dos relatórios da RAND Corporation para verificar possíveis soluções de IA em cada passo do processo descrito.

Focando na otimização da tomada de decisão do EMCFA, o estudo foi limitado à primeira etapa, Exame de Situação Estratégico, incluindo todos os passos nela contidos, já que as demais partes são executadas por outros níveis de decisão.

Alcântara e Costa (2016, p. 06) analisaram os postulados de Boyd, que tratam a decisão da seguinte maneira: “A Decisão é quando se escolhem os diversos cenários possíveis de ação, elaborados na fase de Orientação, enquanto a Ação consiste no teste da hipótese adotada, devendo ser rápida, ambígua e ameaçadora.” Assim, a fase de decisão não foi objeto de estudo, pois envolve a escolha final da melhor linha de ação a ser seguida.

A seguir foram realizadas, com base nas bibliografias analisadas, as sugestões de tipo de inteligência artificial que melhor se adequou a cada passo do Exm Sit Estrt conectando a capacidade da IA com as características peculiares de cada fase.

### 4.2.1 Técnicas de IA Aplicáveis ao Exm Sit Estrt

Para alcançar o objetivo de investigar as técnicas de IA aplicáveis ao Exm Sit Estrt, é essencial examinar como diferentes métodos de inteligência artificial podem ser integrados em cada passo do processo constante na MD30-M-1. As técnicas analisadas incluem aprendizado de máquina, redes neurais, processamento de linguagem natural e sistemas de agentes inteligentes.

De acordo com a MD30-M-1, o ciclo começa com o recebimento da Diretriz Ministerial de Emprego de Defesa (DPED), que aborda tópicos como objetivos políticos, estado final

desejado, fatores a serem considerados na confecção dos objetivos estratégicos e condicionantes de emprego das forças armadas.

O primeiro passo do Exm Sit Estrt é o estabelecimento dos Objetivos Estratégicos. A definição clara desses objetivos é crucial para orientar todas as fases subsequentes do planejamento.

A inteligência artificial pode ser extremamente útil nesta fase, especialmente através do uso de aprendizado de máquina, que permite analisar grandes volumes de dados históricos e atuais para identificar tendências e padrões que podem influenciar a definição dos objetivos estratégicos. A chave para uma IA eficaz é o desenvolvimento de modelos que possam generalizar bem a partir de dados de treinamento para novos dados (Ng, 2018).

Para utilizar esse sistema, todas as informações da DPED devem ser inseridas na inteligência artificial. Com a compreensão do objetivo final e das restrições ao uso do poder militar, aplicando aprendizado de máquina, os planejadores podem prever possíveis cenários futuros e determinar quais objetivos seriam mais viáveis e eficazes, aumentando a precisão e a relevância das metas estabelecidas.

A próxima etapa do PPEC é a Análise Estratégica da Área do Conflito, que envolve a coleta e interpretação de uma vasta quantidade de dados sobre o ambiente operacional, incluindo condições geográficas, políticas e militares.

A otimização da análise desses dados é fundamental para acelerar o ciclo OODA das Forças Amigas, possibilitando interferir no ciclo inimigo, causando confusão e desordem (Boyd, 1982). Boyd (1982) afirma que o objetivo é fazer o inimigo reagir de maneira ineficaz a atividades que aparentam ser ameaçadoras, ambíguas, caóticas ou enganosas.

Técnicas de processamento de linguagem natural (PLN) podem ser eficazes, permitindo a extração de informações relevantes de fontes textuais, como relatórios de inteligência e documentos históricos. Além disso, redes neurais podem analisar imagens de satélite e dados geoespaciais, identificando padrões e anomalias que seriam difíceis de detectar manualmente.

Russel e Norvig (2020, p. 1055, tradução nossa) destacaram que "as redes neurais artificiais são capazes de detectar padrões complexos em grandes volumes de dados, tornando-as ideais para a análise de inteligência e previsão de cenários de conflito". A capacidade de processar e analisar dados em tempo real é crucial para fornecer aos comandantes uma visão clara e atualizada da situação.

Para atuar da maneira correta, a IA deve ter acesso a todos os dados coletados em missões de inteligência (IMINT, SIGINT e ELINT) nas diversas plataformas possíveis

(aeronaves, satélites, drones, etc). Com base na programação consonante aos objetivos, deve realizar a indicação dos Fatores de Força e de Fraqueza (FFF) e Centros de Gravidade (CG).

Nessa fase, a inteligência artificial pode ser útil para estabelecer os FFF e os CG das forças amigas e das inimigas, facilitando a análise da equipe de planejamento tanto para ataque, quanto para defesa.

Em seguida, a MD30-M-1 estabelece que deve ser realizada a definição e avaliação das Opções Estratégicas Militares (OEM). Esta é outra fase na qual a IA pode fazer uma diferença significativa.

O aprendizado de máquina pode ser usado para gerar e avaliar diferentes opções estratégicas, simulando diversos cenários e considerando fatores como recursos disponíveis e possíveis reações do inimigo. Devem ser elaboradas duas ou mais OEM que serão analisadas e comparadas, a fim de identificar a mais vantajosa e com maior probabilidade de êxito, levando-se em consideração a simplicidade e os potenciais riscos envolvidos (MD30-M-1, 26).

Estudos de caso mostraram que "a implementação de sistemas de IA em C2 tem o potencial de transformar a eficácia operacional, proporcionando aos comandantes informações em tempo real cruciais para a tomada de decisões estratégicas" (RAND Corporation, 2021, p. 03, tradução nossa).

A equipe de planejamento deve analisar as soluções propostas pela inteligência artificial de acordo com suas percepções pessoais atreladas aos objetivos estratégicos e definir quais OEM devem prosseguir para o próximo passo e quais devem ser descartadas pelo sistema.

Como o algoritmo tem a capacidade de aprender ao longo do processo, é fundamental que ajustes sejam feitos para mantê-lo com o perfil correto de análise e que seja implementada antes do conflito para que possa ser utilizada em exercícios simulados e consiga desenvolver-se sem a intervenção humana direta.

Então, uma equipe deve ser treinada e estar preparada para realizar ajustes no sistema caso observe discrepância nas suas decisões. A RAND (2021) enfatizou a importância de medidas robustas de verificação e validação para garantir a segurança e confiança nos sistemas.

Com as capacidades do inimigo estabelecidas, a análise do TO realizada e as OEM elaboradas, é possível estimar com maior precisão os meios necessários para contrapor as forças adversárias e onde esses meios serão alocados para a elaboração da Lista de Necessidades Inicial (LNI). Este será o produto entregue pela IA na fase Previsão e Estimativa Inicial de Meios, que deve ser analisado pelo tomador da decisão para selecionar o plano que melhor se adequa às necessidades.

Para calcular os recursos necessários para implementar cada opção estratégica, a IA pode ser utilizada para fazer previsões precisas sobre os meios necessários, incluindo tropas, equipamentos e suporte logístico.

Ao utilizar o aprendizado de máquina, a equipe de planejamento e o decisor terão maior celeridade pois a “aplicação da IA ao comando e controle (C2) pode aumentar a velocidade da decisão e a capacidade de lidar com a heterogeneidade e o volume de dados” (RAND, 2021, p. 03, tradução nossa).

Além disso a IA de aprendizado de máquina pode aumentar a eficácia no suporte ao processo decisório com o tempo, conforme ela aprende e se adapta às novas informações e cenários e como consegue “fornecer alternativas racionais e bem fundamentadas através de regras lógicas” (RAND, 2021, p. 48, tradução nossa), possibilitará uma decisão menos subjetiva.

Essa aplicação de IA ajuda a garantir que os recursos sejam adequadamente alocados, minimizando o risco de sub ou superestimativas que poderiam comprometer a eficácia das operações.

Posteriormente, através da análise das Opções Estratégicas Militares e com a Lista de Necessidades Inicial elaborada, deve-se propor as Ações Estratégicas mais adequadas. Para o Exame de Situação Estratégico, a IA irá estimar “ações estratégicas militares, a cargo do MD, dos Comandos das [Forças Singulares] FS e dos Comandos Operacionais Ativados” (MD30-M-1, 2020, p. 28).

A coordenação e execução das ações estratégicas são cruciais para o sucesso do planejamento militar. Sistemas de agentes inteligentes podem ser usados para simular diferentes cenários e prever os resultados das ações planejadas, permitindo ajustes em tempo real para maximizar a eficácia das operações.

Russel e Norvig (2020, p. 53, tradução nossa) definiram um agente inteligente como "uma entidade que percebe seu ambiente através de sensores e age sobre esse ambiente através de atuadores". Esses agentes podem ajudar a coordenar ações entre diferentes unidades e adaptar as estratégias com base em novas informações, garantindo uma execução eficiente e coordenada das operações militares.

Ao final deste passo, o EMCFA deve analisar o resultado proposto e “listar as ações estratégicas não militares, pertinentes às demais expressões do Poder Nacional, cuja implementação contribuirá para o sucesso da campanha militar” (MD30-M-1, 2020, p. 28).

Essa parte do processo não foi objeto deste estudo, uma vez que o foco é no processo decisório militar.

Para Análise e Reajustamento de cada OEM, a inteligência artificial irá “confrontá-la [a OEM] com os objetivos políticos e estratégicos estabelecidos, com as ações estratégicas levantadas, a previsão das Tarefas Básicas e Capacidades Militares e demais condicionantes do emprego militar, a fim de concluir quanto à sua Adequabilidade, Praticabilidade e Aceitabilidade (Prova de APA)” (MD30M-01, 2020, p. 28).

Ao final da Prova APA, a IA deverá escalonar as OEM considerando a diferença de pontuação recebida. Apesar de ser uma fase quantitativa, o resultado da IA deverá ser também qualitativo, escalonando as OEM de acordo com a avaliação quanto à adequabilidade, praticabilidade e aceitabilidade. Essa informação facilitará a realização do próximo passo do processo.

As técnicas de aprendizado de máquina são indicadas porque a “aplicação desse tipo de IA ao comando e controle (C2) pode aumentar a velocidade da decisão e a capacidade de lidar com a heterogeneidade e o volume de dados” (RAND, 2021, p. 03, tradução nossa).

Para Comparação das OEM, o CEMCFA irá definir quais fatores serão considerados. Esses fatores deverão constar na programação da IA, que apresentará as vantagens e desvantagens de cada uma.

A comparação das diferentes opções estratégicas pode ser facilitada por algoritmos de análise multicritério que avaliam as vantagens e desvantagens de cada opção.

As técnicas de IA podem fornecer uma avaliação objetiva e baseada em dados, auxiliando os decisores a selecionar a melhor estratégia. Russel e Norvig (2020) abordaram uma ampla gama de técnicas de IA incluindo redes neurais, processamento de linguagem natural e agentes inteligentes, que são altamente relevantes para a análise de dados de inteligência, previsão de cenários de conflito e otimização de estratégias de combate.

Para realizar a comparação sugere-se a utilização de sistemas de agentes inteligentes pois eles possuem a capacidade de comparar objetivamente as OEM com base em dados precisos e atualizados permite que os decisores façam escolhas informadas e estratégicas.

Após a comparação serão definidas as linhas de ação a serem seguidas. Chega-se então ao passo final do Exame de Situação Estratégico, que é a decisão da autoridade competente sobre as linhas de ação a serem seguidas e a confecção do PEECFA.

Nesse momento, o decisor deve ter a certeza de que foi escolhida “[...] a melhor OEM para a solução do conflito, que esteja alinhada aos objetivos políticos e estratégicos

estabelecidos” (MD30-M-1, 2020, p. 29, tradução nossa), tendo utilizado a IA para melhorar a eficiência do processo.

Segundo Alcântara e Costa (2016, p. 06), “A Decisão é quando se dá a escolha dos diversos cenários possíveis de ação, elaborados na fase de Orientação, enquanto a Ação consiste no teste da hipótese adotada, devendo ser rápida, ambígua e ameaçadora”.

A seguir foram delineadas vantagens e cuidados a serem tomados ao implementar sistema de inteligência artificial nos passos do Exm Sit Estrt.

#### 4.2.2 Benefícios e Desafios da Implementação de IA no Exm Sit Estrt

A implementação de Inteligência Artificial (IA) no Processo de Planejamento Estratégico Conjunto (PPEC) da MD30-M-1 apresenta benefícios e desafios que precisam ser cuidadosamente analisados para otimizar a eficácia das operações militares. Cada passo do Exm Sit Estrt pode se beneficiar de diferentes técnicas de IA sendo crucial identificar tanto as vantagens quanto as limitações dessas tecnologias.

A utilização de sistemas de aprendizado de máquina no Estabelecimento dos Objetivos Estratégicos, definição das Opções Estratégicas Militares, Previsão de Estimativa Inicial de Meios e na Análise e Reajustamento das OEM pode impactar significativamente a celeridade do processo. Ao usar aprendizado de máquina para a definição das melhores opções, a equipe de planejamento e o decisor terão maior rapidez e conseguirão fazer o processo decisório ocorrer mais rápido que o inimigo.

O sistema pode aumentar a eficácia no suporte ao processo decisório ao longo do tempo, aprendendo e se adaptando às novas informações e cenários, fornecendo alternativas racionais e bem fundamentadas através de regras lógicas (RAND, 2021).

Ng (2018) afirmou que modelos preditivos que aprendem com dados históricos oferecem insights valiosos sobre possíveis cenários futuros. Assim, os passos 1, 3, 4 e 6 do Exame de Situação Estratégico podem ser otimizados pela capacidade do sistema de adaptação contínua, alta velocidade na identificação das opções mais viáveis e resposta rápida com insights precisos e relevantes.

No entanto, o sistema apresenta desvantagens, como a forte dependência da qualidade dos dados inseridos. A imprecisão ou escassez de informações pode causar decisões erradas, colocando em risco as operações militares e a segurança das tropas. Além disso, o custo de IA com aprendizado é maior que uma IA geral, tanto para desenvolvimento e aquisição quanto para manutenção.

Outro sistema analisado neste estudo foi o Processamento de Linguagem Natural (PLN), sugerido para utilização na Análise Estratégica da Área do Conflito, dada a necessidade de coletar e interpretar vastos dados sobre o ambiente operacional.

Para Russel e Norvig (2020, p. 1044, tradução nossa) "as redes neurais artificiais são capazes de detectar padrões complexos em grandes volumes de dados, o que as torna ideais para a análise de inteligência e a previsão de cenários de conflito". Usar PLN para extrair informações de fontes textuais e redes neurais para analisar imagens de satélite e dados geoespaciais permite uma compreensão mais profunda da área de conflito.

Entretanto, integrar diferentes fontes de dados e garantir a precisão das análises pode ser complexo. As redes neurais requerem grandes quantidades de dados e poder computacional significativo, o que pode ser um desafio logístico e técnico para realizar o seu treinamento. "O treinamento intensivo e a necessidade de grandes quantidades de dados são desafios significativos" (Russel e Norvig, 2020, p. 905, tradução nossa).

Propôs-se também utilizar Sistemas de Agentes Inteligentes para elaboração das Ações Estratégicas. Esses agentes podem simular diferentes cenários e prever os resultados das ações planejadas, permitindo ajustes em tempo real para maximizar a eficácia das operações.

Um agente inteligente é "uma entidade que percebe seu ambiente através de sensores e age sobre esse ambiente através de atuadores" (Russel e Norvig, 2020, p. 53, tradução nossa). Esses agentes, com elevada capacidade de adaptação, podem ser utilizados em momentos de dinamismo no conflito para acelerar a proposição de respostas.

O desafio é garantir que os agentes inteligentes sejam bem treinados e capazes de operar em ambientes dinâmicos. "O benefício é a capacidade de ajustar rapidamente as ações, mas o desafio é garantir que os agentes sejam bem treinados" (Russel e Norvig, 2020, p. 84, tradução nossa).

Além disso, analisou-se a possibilidade de usar algoritmos de análise multicritério para comparar as OEM, verificando as vantagens e desvantagens de cada opção. Esses algoritmos podem gerar e avaliar múltiplas opções estratégicas rapidamente, considerando diversos fatores simultaneamente e acelerando o processo.

No entanto, desenvolver e ajustar algoritmos de otimização pode ser complexo e exigir atualizações constantes com novos dados, o que pode gerar elevado custo de manutenção. "A complexidade dos modelos de simulação e a necessidade de atualizações constantes com novos dados são desafios significativos" (RAND Corporation, 2021).

Em seus relatórios a RAND apontou diferentes medidas para análise do problema e das capacidades da IA. As medidas de parametrização de IA foram chamadas de medidas de

adequação e todas “devem ser consideradas no desenvolvimento de métricas para soluções de IA devendo ser dada uma razão para qualquer omissão” (RAND). Para cada desafio, os relatórios da RAND forneceram uma linha de ação para minimizar seus efeitos.

Primeiramente, a necessidade de dados atualizados e confiáveis pode impactar a confiabilidade do sistema. A confiabilidade é a “probabilidade de uma solução funcionar suficientemente bem para permitir a conclusão de uma missão específica” (RAND). Para isso, a IA deve receber a programação correta, dados fidedignos e ser verificada constantemente.

Outro fator crítico foi o custo de manutenção, ou seja, a “capacidade de manter o nível e a duração necessários da atividade operacional para atingir os objetivos militares” (RAND). Para minimizar esse impacto, deve-se estimar o custo de manutenção do sistema antes de seu desenvolvimento e aquisição, incluindo-o no planejamento orçamentário.

Assim, considerando o custo de desenvolvimento e a necessidade de retorno financeiro, as IA estão sendo desenvolvidas por empresas civis e são normalmente de uso civil ou dual.

Ao analisar os dados, a IA tem acesso a informações abertas e restritas, o que pode comprometer a segurança do planejamento. Assim, “devem ser implementados controles sólidos de segurança cibernética para garantir a integridade dos dados e da funcionalidade, proteger a privacidade e a confidencialidade e manter a disponibilidade” (RAND, 2021, p. 73, tradução nossa).

Além disso, os resultados das análises da IA podem ser interpretados de maneira errada, impactando nas métricas do relatório da RAND em dois aspectos: a interação homem-máquina e a explicação dos resultados. Um sistema que apresente dificuldade de ser plenamente entendido comprometerá a sua interação com o decisor.

Nesse sentido, os sistemas de IA apresentaram maior eficiência quando utilizaram uma combinação de humanos e sistemas de IA trabalhando em conjunto para atingir os objetivos (RAND, 2021).

Para tornar o processo dinâmico e efetivo, é necessário pleno conhecimento das métricas do sistema. Entender “porque um sistema de IA fez uma certa determinação ajuda o usuário a decidir se aceita ou rejeita o resultado” (RAND, 2021, p. 74, tradução nossa) e permite que ele explique com assertividade os motivos que o levaram a adotar aquela medida.

Para a RAND (2021, p. 74, tradução nossa), “a formação de equipes homem-máquina é um aspecto importante da integração da IA no contexto militar”. A equipe que alimentar a IA com os parâmetros de análise deve estar treinada para evitar incluir informações que possam

gerar resultados tendenciosos, comprometendo a segurança e o desempenho das FA ao longo do conflito.

Outro desafio é que os sistemas de IA podem ser alvos de ataques cibernéticos, comprometendo dados sensíveis e a integridade das decisões baseadas nesses sistemas. Medidas robustas de segurança cibernética são essenciais para proteger essas tecnologias.

As tecnologias também podem causar uma alta dependência, levando à degradação das habilidades cognitivas e de julgamento dos operadores humanos. Em situações de alta pressão, a confiança excessiva nas recomendações algorítmicas pode impedir que os decisores humanos avaliem criticamente as situações, resultando em decisões potencialmente prejudiciais.

Cabe ressaltar que a IA tem a capacidade de realizar todas as fases de forma autônoma e entregar as linhas de ação mais benéficas durante o conflito. Estudos mostraram que a IA pode aumentar a velocidade da decisão e a capacidade de lidar com a heterogeneidade e o volume de dados, otimizando a eficácia operacional (Russel e Norvig, 2020).

Entretanto, deve-se evitar a falta de interação com seres humanos para minimizar as possibilidades de erros. Para Russel e Norvig (2020) quando a IA atua de maneira autônoma aumentam os riscos de decisões incorretas, como a possibilidade de acidentes devido a estimativas erradas.

Este tipo de algoritmo pode aprender ao longo do processo, sendo fundamental que ajustes sejam feitos para mantê-lo com o perfil correto de análise. Para isso, os relatórios da RAND (2021) enfatizaram a importância de medidas robustas de verificação e validação para garantir a segurança e confiança nos sistemas autônomos.

Assim, cada tipo de sistema de IA oferece vantagens significativas que podem otimizar o Exame de Situação Estratégico do Processo de Planejamento Estratégico Conjunto da MD30-M-1, mas também apresentam desafios que precisam ser gerenciados.

Aprendizado de máquina, PLN, redes neurais e algoritmos de otimização são ferramentas poderosas que, quando implementadas corretamente, podem aumentar a precisão, eficiência e adaptabilidade do planejamento estratégico militar. No entanto, a qualidade dos dados, a complexidade dos modelos e a necessidade de infraestrutura robusta são fatores críticos para maximizar os benefícios dessas tecnologias.

Cabe ressaltar que processo deve ser completamente integrado, para que o resultado das etapas anteriores sirva de insumo para as vindouras. Tais resultados poderão ser provenientes de outra IA, como as propostas neste trabalho, ou de análise meramente humana. Caso advenha

de outra IA, é indispensável que os sistemas possuam interoperabilidade para não perder efetividade nas análises.

## 5 CONCLUSÃO

O objetivo desta pesquisa foi analisar como a inteligência artificial (IA) pode otimizar o Exame de Situação Estratégico (Exm Sit Estrt) no Processo de Planejamento Estratégico Conjunto das Forças Armadas Brasileiras, conforme delineado na MD30-M-1. Partu-se da hipótese de que a IA pode melhorar significativamente a precisão, rapidez e eficiência do processo decisório militar, reduzindo a subjetividade e otimizando a alocação de recursos.

A pesquisa foi estruturada em várias seções, abordando de maneira abrangente os diferentes aspectos do uso da IA no contexto de planejamento conjunto militar. Inicialmente, foi apresentada a evolução dos conflitos militares modernos, destacando a crescente complexidade e a necessidade de estratégias mais sofisticadas e ágeis. Foi exemplificado com o conflito entre Rússia e Ucrânia, que evidenciou a capacidade russa de coordenar múltiplas ações em diferentes níveis de guerra, utilizando tanto táticas convencionais quanto não convencionais.

Como referenciais teóricos, foram explorados conceitos fundamentais de IA incluindo aprendizado de máquina, redes neurais, processamento de linguagem natural e sistemas de agentes inteligentes. Cada uma dessas tecnologias foi analisada em termos de suas capacidades de processar grandes volumes de dados, identificar padrões ocultos e prever tendências futuras, aplicando essas capacidades ao contexto militar.

A metodologia adotada consistiu em uma revisão bibliográfica qualitativa e exploratória das principais referências acadêmicas e técnicas no campo da IA e da estratégia militar. Obras de referência como "Artificial Intelligence: A Modern Approach" de Stuart Russell e Peter Norvig, "Machine Learning Yearning" de Andrew Ng, além dos relatórios da RAND Corporation, foram fundamentais para proporcionar uma base sólida e abrangente ao estudo.

Na análise dos dados, foram identificados os passos críticos do Exm Sit Estrt e as técnicas de IA aplicáveis a cada um deles. Os principais resultados indicaram que a IA pode melhorar significativamente várias etapas do processo decisório militar, desde a definição de objetivos estratégicos até a análise da área de conflito, o desenvolvimento de opções estratégicas militares e a previsão de recursos necessários.

Por exemplo, o aprendizado de máquina mostrou-se eficaz na análise de grandes volumes de dados históricos e na previsão de cenários futuros, enquanto as redes neurais e o

processamento de linguagem natural foram fundamentais na análise geoespacial e na extração de informações relevantes de textos e imagens.

A pesquisa confirmou a hipótese inicial de que a IA pode contribuir significativamente para a otimização do Exm Sit Estrt no planejamento estratégico conjunto das Forças Armadas. A integração de técnicas de IA no processo decisório militar demonstrou potencial para proporcionar vantagens estratégicas significativas, aumentando a precisão, rapidez e eficiência das operações militares.

A capacidade de processar dados em tempo real, identificar padrões ocultos e prever comportamentos adversários são alguns dos principais benefícios identificados, que permitem uma tomada de decisão mais informada e ágil.

As contribuições desta pesquisa para a Força Aérea Brasileira (FAB) foram diversas e significativas. Primeiramente, a adoção de IA no planejamento estratégico pode aumentar a precisão e rapidez na tomada de decisões, permitindo respostas mais eficazes e oportunas em cenários de conflito.

A capacidade de simulação de cenários e a previsão de comportamentos adversários ajudam a desenvolver estratégias mais robustas e adaptáveis. A automação de tarefas rotineiras no planejamento estratégico libera recursos humanos para questões mais complexas e estratégicas, aumentando a eficiência operacional.

Além disso, a implementação de IA pode melhorar a coordenação e a execução de operações conjuntas, garantindo que todas as ações militares sejam alinhadas aos objetivos estratégicos estabelecidos.

A capacidade de processar grandes volumes de dados em tempo real é crucial para operações militares, onde rapidez e precisão podem significar a diferença entre o sucesso e o fracasso de uma missão.

Com base nos resultados e nas análises desta pesquisa, propôs-se duas novas linhas de investigação científica que podem contribuir ainda mais para o avanço do conhecimento e das capacidades estratégicas do planejamento conjunto.

A primeira sugestão foi a utilização de IA no Processo de Planejamento Conjunto. Investigar como diferentes técnicas de IA podem ser integradas e customizadas para melhorar o planejamento conjunto das Forças Armadas no nível operacional, abordando desde a definição de objetivos até a coordenação de ações entre diferentes unidades militares. Este estudo pode proporcionar insights valiosos sobre a aplicação de IA em todo o ciclo de planejamento, aumentando a eficiência e a eficácia das operações conjuntas.

A segunda sugestão foi a utilização da IA para otimizar o Controle da Operação Planejada nos níveis estratégico e operacional. Explorar como a IA pode ser aplicada para monitorar e controlar operações militares em tempo real, proporcionando aos comandantes uma visão detalhada e precisa do campo de batalha.

Esta pesquisa pode investigar a aplicação de técnicas de aprendizado de máquina e sistemas de agentes inteligentes para melhorar a consciência situacional e a tomada de decisões durante a execução das operações, aumentando a capacidade de resposta e adaptabilidade das Forças Armadas quando operando em conjunto.

A pesquisa realizada confirma que a implementação de IA no Exame de Situação Estratégico das Forças Armadas Brasileiras é não apenas viável, mas altamente benéfica.

A capacidade de processar dados em grande escala, prever comportamentos adversários e automatizar tarefas complexas proporciona uma vantagem estratégica significativa. No entanto, a pesquisa também destaca a necessidade de uma infraestrutura robusta e de medidas de segurança cibernética para proteger os sistemas de IA de ataques e garantir a integridade dos dados.

Além disso, a formação contínua e o treinamento das equipes militares são essenciais para maximizar os benefícios da IA. A combinação de habilidades humanas com a capacidade tecnológica da IA pode criar um ambiente de decisão mais eficaz e adaptável.

A partir das contribuições e dos *insights* obtidos nesta pesquisa, espera-se que futuras investigações possam expandir e aprofundar o entendimento sobre a aplicação da IA no contexto militar, levando a estratégias mais inovadoras e eficazes para a defesa nacional.

## REFERÊNCIAS

- ALCÂNTARA, B. T.; COSTA, J. G. B. **Alternativas de Otimização do Ciclo OODA no Ciberespaço Aplicadas ao Contexto Brasileiro**. IX Encontro Nacional da Associação Brasileira de Estudos de Defesa - IX ENABED, 2016. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/330970781\\_ALTERNATIVAS\\_DE\\_OTIMIZACA\\_O\\_DO\\_CICLO\\_OODA\\_NO\\_CIBERESPACO\\_APLICADAS\\_AO\\_CONTEXTO\\_BRASILEIRO](https://www.researchgate.net/publication/330970781_ALTERNATIVAS_DE_OTIMIZACA_O_DO_CICLO_OODA_NO_CIBERESPACO_APLICADAS_AO_CONTEXTO_BRASILEIRO). Acesso em: 05 jun 2024.
- BRASIL. Ministério da Defesa. Portaria Normativa nº No 84/GM-MD, de 15 de setembro de 2020. Aprova a Doutrina de Operações Conjuntas – MD30-M-01/Volumes 1 e 2 (2ª Edição/2020). **Diário Oficial da União**, Brasília, n. 178 de 15 de setembro de 2020.
- CASTRO, R. A. A. **O emprego da Guerra Híbrida pela Rússia no conflito da Ucrânia e os desafios do Exército Brasileiro face à essa doutrina**. Escola De Comando E Estado-Maior Do Exército, 2018. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/4135/1/MO%206017%20-%20ALEX.pdf>. Acesso em: 10 maio 2024.
- DEPARTMENT OF DEFENSE (DOD). **Memorandum 20301-1010: Joint All-Domain Command and Control Strategy**. 2021. Disponível em: <https://media.defense.gov/2022/Mar/17/2002958406/-1/-1/1/SUMMARY-OF-THE-JOINT-ALL-DOMAIN-COMMAND-AND-CONTROL-STRATEGY.PDF>. Acesso em 05 jun 2024.
- ENDESLAY, M. R. **Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems**. Texas Tech University, 1995. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Mica-Endsley/publication/210198492\\_Endsley\\_MR\\_Toward\\_a\\_Theory\\_of\\_Situation\\_Awareness\\_in\\_Dynamic\\_Systems\\_Human\\_Factors\\_Journal\\_371\\_32-64/links/548f61bf0cf214269f263b08/Endsley-MR-Toward-a-Theory-of-Situation-Awareness-in-Dynamic-Systems-Human-Factors-Journal-371-32-64.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Mica-Endsley/publication/210198492_Endsley_MR_Toward_a_Theory_of_Situation_Awareness_in_Dynamic_Systems_Human_Factors_Journal_371_32-64/links/548f61bf0cf214269f263b08/Endsley-MR-Toward-a-Theory-of-Situation-Awareness-in-Dynamic-Systems-Human-Factors-Journal-371-32-64.pdf). Acesso em 01 jun 2024.
- HENRIQSON, É.; CARIM JÚNIOR, G. C.; SAURIN, T. A.; AMARAL, F. G. **Consciência Situacional, Tomada de Decisão e Modos de Controle Cognitivo em Ambientes Complexos**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, v. 19, n. 3, p. 433-444, 2009. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/240973364\\_Consciencia\\_situacional\\_tomada\\_de\\_de\\_cisao\\_e\\_modos\\_de\\_controle\\_cognitivo\\_em\\_ambientes\\_complexos](https://www.researchgate.net/publication/240973364_Consciencia_situacional_tomada_de_de_cisao_e_modos_de_controle_cognitivo_em_ambientes_complexos). Acesso em: 01 jun 2024.
- JARRAHI, M. H.; KENYON, S.; BROWN, A.; DONAHUE, C. **Artificial Intelligence: A Strategy to Harness its Power Through Organizational Learning**. Journal of Business Strategy, 2022. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/357647254\\_Artificial\\_Intelligence\\_A\\_Strategy\\_to\\_Harness\\_its\\_Power\\_Through\\_Organizational\\_Learning](https://www.researchgate.net/publication/357647254_Artificial_Intelligence_A_Strategy_to_Harness_its_Power_Through_Organizational_Learning). Acesso em: 07 jun 2024.
- LIND, W. S. **Fourth Generation Warfare Handbook**. Military Review, 2005. Disponível em: [https://ia802901.us.archive.org/27/items/4thGenerationWarfareHandbookWilliamS.Lind28129/4th\\_Generation\\_Warfare\\_Handbook\\_-\\_William\\_S.\\_Lind%25281%2529.pdf](https://ia802901.us.archive.org/27/items/4thGenerationWarfareHandbookWilliamS.Lind28129/4th_Generation_Warfare_Handbook_-_William_S._Lind%25281%2529.pdf). Acesso em: 15 maio 2024

NG, Andreu. **Machine Learning Yearning: Technical Strategy for AI Engineers, in the Era of Deep Learning**. 2018 Disponível em: <https://info.deeplearning.ai/machine-learning-yearning-book>. Acesso em: 02 jul 2024.

RAND CORPORATION. **Exploring the Feasibility and Utility of Machine Learning-Assisted Command and Control**. 2021. Disponível em: [https://www.rand.org/pubs/research\\_reports/RRA263-1.html](https://www.rand.org/pubs/research_reports/RRA263-1.html). Acesso em: 05 jun 2024.

RUSSELL, S.; NORVIG, P. **Artificial Intelligence: A Modern Approach**. New Jersey: Editora Pearson, 2020. 1151 p.

SILVA, L. A. **Introdução a Liderança e Tomada de Decisão nas Organizações**. São Paulo: Ebook, 2015. 65 p.

SMITH JR., E. A. **Network-Centric Warfare: What's the Point?** U.S. Naval War College Press, 2001. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/10.2307/26391126>. Acesso em: 15 maio 2024.