

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

Maj Com **RAFAEL VILLAR OLIVEIRA**

**As possibilidades e limitações da Inteligência
Artificial no Sistema Tático de Comunicações de uma
Divisão de Exército**



Rio de Janeiro

2024

Maj Com RAFAEL **VILLAR** OLIVEIRA

As possibilidades e limitações da Inteligência Artificial no Sistema Tático de Comunicações de uma Divisão de Exército

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Ciências Militares, com ênfase em Defesa Nacional.

Orientador: Maj Com WAGNER DE MATOS SALUSTRIANO

Rio de Janeiro

2024

O48p

Oliveira, Rafael Villar

As possibilidades e limitações da Inteligência Artificial no Sistema Tático de Comunicações de uma Divisão de Exército. / Rafael Villar Oliveira. - 2024. 49 f. il. 30 cm.

Orientador : Wagner de Matos Salustriano

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) - Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2024.

Bibliografia: f. 47 - 49.

1. Inteligência Artificial. 2. Tecnologia Disruptiva. 3. Comunicações Militares. 4. Sistac/De. 5. Divisão De Exército. I Título

CDD 355.

Maj Com RAFAEL VILLAR OLIVEIRA

As possibilidades e limitações da Inteligência Artificial no Sistema Tático de Comunicações de uma Divisão de Exército

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, como requisito parcial para a obtenção do título de Especialista em Ciências Militares, com ênfase em Política, Estratégia e Administração Militar

Aprovado em 4 de outubro de 2024.

COMISSÃO AVALIADORA



Maj Com QEMA WAGNER DE MATOS SALUSTRIANO – Presidente
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército



Maj Art QEMA CARLOS EDUARDO DA SILVA LOURENÇO – 1º Membro
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército



Maj Com QEMA LEANDRO KUHN – 2º Membro
Escola de Comando e Estado-Maior do Exército

À minha esposa Andressa e ao meu
filho Lucas. Uma singela homenagem
pelo carinho e compreensão
demonstrados durante a realização
deste trabalho.

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, expresso minha gratidão a Deus pelo presente da vida e pela saúde.

À minha esposa e filho, agradeço o suporte, apoio e compreensão que sempre me ofereceram em cada etapa da nossa trajetória.

Quero expressar minha gratidão ao Major Wagner, meu orientador, por sua paciência, confiança, amizade e precisão nas orientações fornecidas durante a realização deste estudo.

Por fim, a todos os meus “irmãos de armas” que colaboraram comigo nessa missão.

“Os conhecimentos militares dão a credencial da honestidade e da objetividade, uma base para que o oficial de estado-maior seja útil e eficiente”

(Marechal Castello Branco)

RESUMO

O presente trabalho de conclusão de curso tem como objetivo principal apresentar as possibilidades e limitações da inserção da Inteligência Artificial (IA) no Sistema Tático de Comunicações de uma Divisão de Exército (SISTAC/DE). A pesquisa se justifica pela crescente relevância dessa tecnologia no contexto militar, onde a eficiência e a rapidez nas comunicações são cruciais para o sucesso das operações. A IA, como uma tecnologia disruptiva, promete transformar a forma como as comunicações são realizadas, oferecendo soluções inovadoras na tomada de decisão e combate moderno. A metodologia adotada para a realização deste estudo incluiu uma pesquisa bibliográfica abrangente, que permitiu a coleta de dados relevantes sobre o tema. Foram analisados conceitos fundamentais relacionados à IA, suas aplicações em contextos militares e as implicações operacionais de sua implementação. Os resultados obtidos revelaram que a IA pode proporcionar uma série de benefícios, como a automação de processos, a análise preditiva de dados e a melhoria na segurança das comunicações. A capacidade da IA de processar grandes volumes de informações em tempo real pode facilitar a identificação de padrões e a antecipação de ameaças, permitindo uma resposta mais ágil e eficaz. Entretanto, o estudo também identificou limitações significativas que devem ser consideradas. Entre elas, destacam-se a dependência tecnológica, que pode levar a vulnerabilidades em caso de falhas nos sistemas, as questões éticas relacionadas ao uso da IA em operações militares e a necessidade de treinamento adequado para a utilização dessa tecnologia. Por fim, o trabalho enfatizou a importância de um planejamento cuidadoso e de uma abordagem crítica na implementação da IA no SISTAC/DE. É fundamental que o Exército Brasileiro esteja preparado para lidar com as mudanças que essa tecnologia traz, garantindo que sua inserção ocorra de forma segura e ética. Embora a IA ofereça oportunidades significativas para melhorar as comunicações militares, particularmente o SISTAC/DE, é essencial que as limitações e os riscos associados sejam devidamente geridos.

Palavras-chave: inteligência artificial; tecnologia disruptiva; comunicações militares; SISTAC/DE; Divisão de Exército.

ABSTRACT

The main objective of this end-of-course work is to present the possibilities and limitations of inserting Artificial Intelligence (AI) into the Tactical Communications System of an Army Division (SISTAC/DE). The research is justified by the growing relevance of this technology in the military context, where efficiency and speed in communications are crucial to the success of operations. AI, as a disruptive technology, promises to transform the way communications are carried out, offering innovative solutions in decision-making and modern combat. The methodology adopted to carry out this study included a comprehensive bibliographical survey, which enabled the collection of relevant data on the subject. Fundamental concepts related to AI, its applications in military contexts and the operational implications of its implementation were analyzed. The results obtained revealed that AI can provide a number of benefits, such as process automation, predictive data analysis and improved communications security. AI's ability to process large volumes of information in real time can make it easier to identify patterns and anticipate threats, enabling a more agile and effective response. However, the study also identified significant limitations that must be considered. These include technological dependence, which can lead to vulnerabilities in the event of system failures, ethical issues related to the use of AI in military operations and the need for adequate training in the use of this technology. Finally, the paper emphasized the importance of careful planning and a critical approach when implementing AI in SISTAC/DE. It is essential that the Brazilian Army is prepared to deal with the changes that this technology brings, ensuring that its insertion takes place safely and ethically. Although AI offers significant opportunities to improve military communications, particularly SISTAC/DE, it is essential that the limitations and associated risks are properly managed.

Keywords: artificial intelligence; disruptive technology; military communications; SISTAC/DE; Army Division.

LISTA DE FIGURAS, QUADROS E TABELAS

Figura 1	Tipos de Inteligência Artificial.....	19
Figura 2	Áreas da Inteligência Artificial	23
Figura 3	Interações da Inteligência Artificial aplicadas no teatro de operações	25
Figura 4	Max, a Inteligência Artificial do EB	26
Figura 5	SC2FTer na Divisão de Exército	34
Figura 6	Possibilidades e Limitações da IA no SISTAC/DE.....	43
Quadro 1	Questões de Estudo	13
Quadro 2	Eventos históricos que marcaram a evolução da IA	17
Quadro 3	Possibilidades da IA no SISTAC/DE	40
Quadro 4	Limitações da IA no SISTAC/DE	42

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
1.1	PROBLEMA E OBJETIVOS	11
1.2	DELIMITAÇÃO E QUESTÕES DE ESTUDO	12
1.3	RELEVÂNCIA DO ESTUDO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL	14
2.1	A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SUA EVOLUÇÃO.....	14
2.2	TIPOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	18
2.3	TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	20
2.4	ALGUMAS APLICAÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	22
2.5	A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA O EXÉRCITO BRASILEIRO ...	27
2.6	A DIVISÃO DE EXÉRCITO.....	29
2.7	O SISTAC/DE	31
3	METODOLOGIA	35
3.1	DESENHO DA PESQUISA	35
3.2	SELEÇÃO DOS DADOS	37
3.3	TRATAMENTO DOS DADOS	37
3.4	CRONOGRAMA	37
4	ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	39
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
	REFERÊNCIAS	47

1 INTRODUÇÃO

A Inteligência Artificial (IA) é uma das tecnologias mais disruptivas do século XXI, com o potencial de revolucionar diversas áreas do conhecimento humano, incluindo a áreas de defesa e a da segurança nacional. No contexto militar, a IA pode ser usada para melhorar a eficácia e eficiência das operações militares, as tomadas de decisão e a segurança dos soldados nos campos de batalha. Nesse sentido, a Inteligência Artificial Multiagente (IAM) - que envolve sistemas autônomos que interagem entre si para realizar tarefas complexas - surge como uma opção cada vez mais relevante para o emprego no Exército Brasileiro (EB). No entanto, o uso da IAM também apresenta desafios significativos, que precisam ser considerados e abordados com cuidado. (FURTADO, 2023).

Para Silva e Mairink (2019), “a Inteligência Artificial é a possibilidade de uma máquina através de algoritmos programados, possuir capacidade cognitiva semelhante à do ser humano”. A história da IA é marcada por uma jornada complexa e multifacetada de desenvolvimento. Desde as concepções filosóficas antigas sobre a criação de seres artificiais inteligentes até os primeiros passos no século XX, como proposto por Alan Turing com seu "Teste de Turing", a IA evoluiu em resposta a evolução tecnológica e aos desafios da humanidade. A partir dos anos 2000, com o aumento exponencial da capacidade de processamento computacional, a IA evoluiu de tal forma a modificar paradigmas em diversas áreas do conhecimento.

Ademais, o Exército Brasileiro (EB), diante do dinamismo da evolução da natureza dos conflitos e dos avanços tecnológicos, desenvolve um processo de transformação a fim de se manter atualizado e dispor de capacidades para bem cumprir sua missão constitucional (BRASIL, 2014). Nesse sentido, as tecnologias disruptivas atuais, como a IA, emergiram como ferramentas cruciais aos conflitos modernos, capazes de contribuir diretamente para o exercício do comando e controle no processo decisório.

O SISTAC é o conjunto de meios de comunicações empregados por tropas em operações, utilizando-se de pessoal e de material orgânicos. Engloba distintos meios de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC). No contexto da Divisão de Exército, o SISTAC é responsável por apoiar as necessidades de

comando e controle (C2) dos elementos subordinados, fornecendo comunicações rápidas e eficazes. Com base nos princípios de rapidez, confiabilidade, segurança, flexibilidade, amplitude e integração, o SISTAC/DE proporciona ao Comandante a consciência situacional necessária para intervenções oportunas na condução das operações (BRASIL, 2015b).

Dessa forma, o presente trabalho tem o intuito de apresentar as possibilidades e limitações da Inteligência Artificial (IA) na concepção geral do desdobramento do Sistema Tático de Comunicações (SISTAC) de uma Divisão de Exército (DE) nas operações, segundo a doutrina militar vigente.

1.1 PROBLEMA E OBJETIVOS

A necessidade de modernização dos meios de emprego militar (MEM), particularmente dos meios de TIC, face a evolução da Inteligência Artificial estabelece desafios e cria oportunidades. A IA se estabelece como importante ferramenta aplicada nas comunicações militares modernas, capacitando os Estados a defender seus interesses e proteger seus cidadãos de forma mais eficaz e precisa.

A ausência de estudos de IA aplicados no SISTAC/DE representa uma lacuna significativa que pode comprometer a eficiência operacional e a segurança das operações militares no atual contexto mundial. A IA se consolida como uma ferramenta de análise de dados em tempo real, detecção de ameaças cibernéticas e otimização de processos de TIC. A falta de integração dessas tecnologias no contexto militar pode deixar as forças despreparadas face aos desafios cada vez mais complexos e dinâmicos. A incapacidade de aproveitar as capacidades da IA para aprimorar a interoperabilidade, garantir a segurança das redes e facilitar a tomada de decisões estratégicas pode resultar em vulnerabilidades significativas, tornando as comunicações militares suscetíveis a interceptações, sabotagens e falhas operacionais (FURTADO, 2023).

Além disso, a ausência de estudos de IA aplicados nas comunicações militares representa uma oportunidade perdida para ganhos substanciais de eficiência e eficácia. A IA oferece a capacidade de automatizar processos, analisar rapidamente grandes volumes de dados e prever padrões comportamentais, permitindo que as forças armadas empregadas otimizem sua capacidade de resposta frente as operações e ameaças imprevistas (TAKANO, 2023).

Do exposto, o presente estudo pretende identificar as viabilidades e entraves da aplicação da IA no SISTAC/DE, e se propõe a responder o seguinte problema: **de que forma a Inteligência Artificial pode contribuir para o Sistema Tático de Comunicações da Divisão de Exército?**

Com vistas à resolução de tal problemática, com fundamentação teórica e adequada profundidade de investigação, foi definido o seguinte objetivo geral: **apontar as possibilidades e limitações da aplicação da Inteligência Artificial no Sistema Tático de Comunicações da Divisão de Exército, em apoio as operações.**

Para viabilizar a consecução do objetivo geral de estudo, foram propostos os seguintes objetivos específicos, que permitirão o encadeamento lógico do raciocínio investigativo:

- a. apresentar a tecnologia disruptiva da Inteligência Artificial;
- b. apresentar o Sistema Tático de Comunicações da Divisão de Exército (SISTAC/DE);
- c. identificar as características da Inteligência Artificial que podem beneficiar o SISTAC/DE;
- d. Identificar os desafios e limitações da inserção da Inteligência Artificial no SISTAC/DE.

1.2 DELIMITAÇÃO E QUESTÕES DE ESTUDO

Com o intuito de atender aos objetivos propostos, o presente estudo está limitado a Inteligência Artificial inserida no Sistema Tático de Comunicações do Exército Brasileiro, com todos os seus meios de pessoal e material, em apoio às operações da Divisão de Exército. Outras tecnologias disruptivas não são objetivos dessa pesquisa. Outros países podem ser utilizados durante o estudo para fins de comparação e verificação de atuação nessa área.

Desta feita, diante da complexidade do assunto mostra-se importante a análise da Inteligência Artificial e do SISTAC/DE nas operações, conforme as questões de estudo apresentadas pelo Quadro 1.

QUADRO 1 - Questões de Estudo

Questões de Estudo	Objetivos
1) O que é e como funciona a Inteligência Artificial?	a
2) Quais impactos da Inteligência Artificial na sociedade, particularmente no setor de defesa?	a
3) O que é o SISTAC/DE e como ele é desdobrado nas operações?	b
4) Quais são os principais desafios tecnológicos e operacionais do SISTAC/DE?	b
5) Quais são as características da Inteligência Artificial que podem ser úteis no SISTAC/DE?	c
6) Quais são as limitações da inserção da Inteligência no SISTAC/DE?	d

Fonte: elaborado pelo autor.

1.3 RELEVÂNCIA DO ESTUDO

A pesquisa apresentará uma análise das implicações da Inteligência Artificial (IA) no aprimoramento do SISTAC/DE. Isso inclui a exploração das capacidades da IA para otimizar a eficiência operacional, como a automação de processos e a análise de dados em tempo real, contribuindo para a tomada de

decisões e flexibilidade. As limitações técnicas, como segurança cibernética, interoperabilidade e custos, também devem ser identificadas. Dessa forma, o estudo pode fornecer recomendações para a inserção dessa tecnologia nas comunicações militares, considerando os requisitos específicos e as restrições operacionais de uma Divisão de Exército brasileira.

O estudo contribuirá para a modernização do Exército Brasileiro, preenchendo a lacuna acadêmica no que tange a aplicação da IA nos meios de TIC. A luz do amplo espectro das operações, os conflitos modernos exigem a adaptação às novas tecnologias em face das novas ameaças por elas proporcionadas. Nesse sentido, a evolução do SISTAC/DE contribui para o incremento da consciência situacional e para a tomada de decisões.

Por fim, a evolução do SISTAC/DE cooperaria para maior eficiência, produtividade e flexibilidade da Divisão de Exército no teatro de operações, justificando o presente estudo.

2 REFERENCIAL TEÓRICO-CONCEITUAL

O presente capítulo de referencial teórico-conceitual é essencial para estabelecer uma base sólida e contextualizar a pesquisa dentro do campo de estudo. Este segmento é fundamental para apresentar a necessidade de compreensão teórica e conceitual do tema, fornecendo uma estrutura para a análise e discussão dos resultados. Ao definir os fundamentos teóricos e conceituais relevantes, como os referentes a Inteligência Artificial, ao Sistema Tático de Comunicações e aos desafios específicos enfrentados pela Divisão de Exército, esse capítulo demonstra a vantagem de uma abordagem embasada na literatura existente. Além disso, ao citar trabalhos anteriores e pontos relevantes, ele estabelece um diálogo acadêmico e fornece um contexto para a contribuição original do estudo, promovendo uma compreensão mais profunda e significativa do problema investigado.

2.1 A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL E SUA EVOLUÇÃO

A Inteligência Artificial é a possibilidade de uma máquina através de algoritmos programados, possuir capacidade cognitiva semelhante à do ser humano (SILVA e MAIRINK, 2019). Para Russell (2019), a IA pode ser classificada levando em consideração se a máquina reproduz o pensamento e a ação semelhante a um ser humano ou se ela consegue agir de forma racional. Damasceno e Vasconcelos (2018), complementam a definição de Inteligência Artificial, afirmando que a tecnologia é a preparação de máquinas com a capacidade de aprender sendo programadas previamente, proporcionando tomada de decisões, especulações e interações baseadas nos dados fornecidos a elas.

Segundo Monard e Baranauskas (2023), a IA é um ramo da ciência da computação, não exclusivo, cujo interesse é fazer os computadores pensar ou se comportar de forma inteligente. Tendo em vista a amplitude do assunto, a IA também está relacionada com psicologia, biologia, lógica matemática, linguística, engenharia, filosofia, entre outras áreas científicas, ou seja, pode ser aplicada em diversos setores.

A inteligência artificial reside nos computadores, mas sua criação demanda mais do que apenas hardware. Três elementos são cruciais: dados, que são coletados, armazenados e processados para fornecer informações valiosas aos sistemas; algoritmos, que ditam como os dados são analisados e utilizados para tomar decisões; e infraestrutura computacional, que fornece a capacidade necessária para processar grandes volumes de dados e executar algoritmos complexos. A sinergia desses componentes permite que as máquinas desenvolvam habilidades cognitivas, como aprendizado automático de características complexas e desempenho eficaz em tarefas (ASTH,2024).

A evolução histórica da Inteligência Artificial pode ser traçada desde as suas raízes conceituais até os avanços contemporâneos, com notável avanço a partir dos anos de 1950. Inicialmente, destacam-se os trabalhos pioneiros de Alan Turing, que propôs o "Teste de Turing" como uma medida de replicar a capacidade humana em máquinas. Turing, em 1950, realizou um teste que

consistia em colocar um humano e uma máquina para responder perguntas e uma terceira pessoa teria que identificar sem visualizar e apenas lendo as respostas, quem seria a máquina e quem seria o humano (TURING,1950).

Posteriormente, até a década de 1960, surgiram os primeiros programas de IA voltados para jogos, como o famoso programa de xadrez de Claude Shannon. Durante os anos de 1970 e de 1980, houve um crescimento significativo na pesquisa de IA, com o desenvolvimento de sistemas especialistas e o surgimento de técnicas como redes neurais artificiais e algoritmos genéticos (COPELAND,2024).

Na década de 80, o projeto japonês de 5ª geração trouxe um novo panorama para a IA, estimulando investimentos governamentais e impulsionando pesquisas em diversas áreas interdisciplinares. Nesse período, a dicotomia entre sistemas conexionistas e simbolistas perdeu relevância, dando lugar a sistemas híbridos que combinam o melhor das duas tecnologias. Nos anos seguintes surgiram novas áreas de pesquisa, como as redes neurais, o aprendizado automático e o raciocínio incerto, demonstrando a diversidade de abordagens e a constante inovação na área. A IA experimentou avanços notáveis em áreas como o processamento de linguagem natural, visão computacional e robótica, impulsionados por melhorias na capacidade computacional e pela disponibilidade de grandes conjuntos de dados (FOOTE,2022).

O quadro abaixo apresenta os principais eventos históricos que marcaram a evolução da IA:

QUADRO 2 – 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 IA 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 chatbots, simulando 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 Prolog, 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	<i>Watson</i> , um computador desenvolvido pela IBM, derrota 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	<i>AlexNet</i> , uma rede neural profunda desenvolvida pelo Google Brain, vence a competição <i>ImageNet Large Scale Visual Recognition Challenge (ILSVRC)</i> , estabelecendo o uso eficaz de redes neurais convolucionais em visão computacional (KRIZHEVSKY,2012).
2016	<i>AlphaGo</i> , uma rede neural profunda desenvolvida pelo Google DeepMind, 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 DeepMind, 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 IA, é lançado, representando um avanço na geração de texto coeso e coerente por sistemas de IA.
2022	Lançamento do ChatGPT pela OpenAI, um chatbot impulsionado por IA generativa, capaz de responder perguntas em linguagem natural.

Fonte: TAKANO, 2023.

Atualmente, a IA continua a se desenvolver em várias linhas de pesquisa, abrangendo campos como Sistemas Baseados em Conhecimento, Robótica, Redes Neurais, Aprendizado de Máquina, Visão Computacional, Lógica Nebulosa, Planejamento e Processamento de Linguagem Natural, evidenciando a amplitude de aplicações e o potencial transformador dessa área (MONARD e

BARANAUSKAS, 2023).

Em síntese, observa-se que a IA evoluiu consideravelmente ao longo das últimas décadas, moldando-se de modo profundo e diversificado. Essa tecnologia tem uma tendência exponencial de evolução nos próximos anos, com a possibilidade de executar tarefas antes impensáveis para uma máquina. Cada vez mais a IA está sendo inserida na indústria, no meio acadêmico, no setor de defesa, na medicina, entre outros, contribuindo para a eficiência e produtividade de processos e na solução de problemas.

2.2 TIPOS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A inteligência artificial pode ser classificada em diferentes tipos, dependendo da forma como os sistemas são projetados e do tipo de problemas que são capazes de resolver. Os principais tipos de inteligência artificial são a IA Fraca, a IA Forte e a Superinteligência Artificial (BOSTROM,2014).

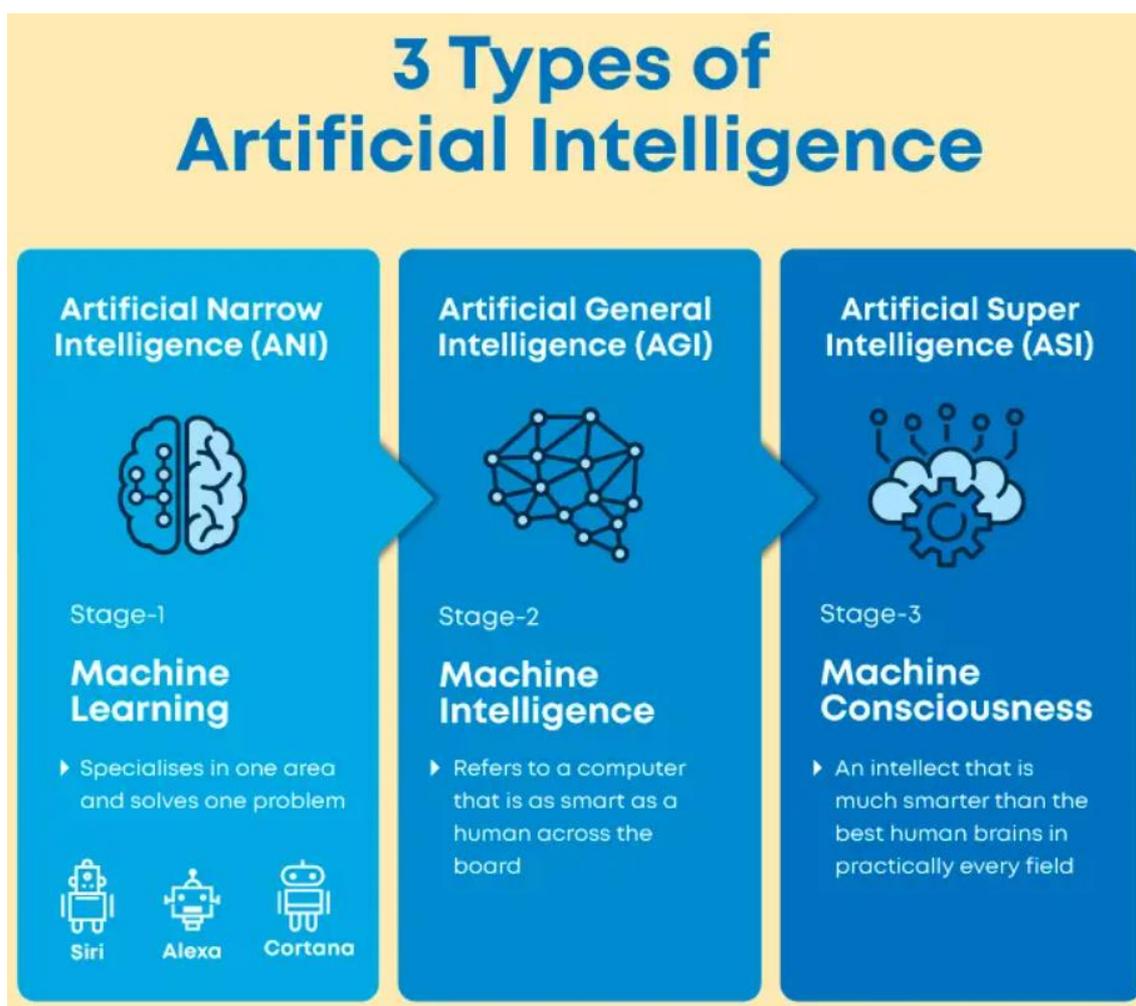
A Inteligência Artificial Fraca ou Estreita refere-se a sistemas de IA projetados para realizar uma tarefa específica. Esses sistemas são limitados a um domínio de aplicação e não possuem capacidade de generalização além desse domínio. É focada em realizar tarefas específicas com alto nível de proficiência, como reconhecimento facial, tradução automática ou diagnóstico médico. Esse tipo de IA não possui inteligência geral e não é capaz de realizar tarefas fora de seu escopo predefinido. Assistentes virtuais como Siri e Alexa, carros autônomos e softwares de análise de dados são exemplos de IA Fraca (RUSSELL e NORVIG, 2022).

Outrossim, a Inteligência Artificial Forte ou Geral busca criar sistemas com capacidade de raciocínio geral, semelhante aos seres humanos. Esses sistemas seriam capazes de lidar com uma ampla gama de tarefas e adaptar-se a novas situações de maneira inteligente. Essa IA é capaz de lidar com tarefas que estão além da capacidade da IA Fraca, mas ainda sem atingir plenamente o nível da inteligência humana. A robótica avançada é um exemplo de IA Forte (RUSSELL

e NORVIG, 2022).

Ademais, a Superinteligência Artificial é um tipo hipotético de IA que superaria a inteligência humana em todos os aspectos. Essa IA seria capaz de resolver problemas que estão além das capacidades humanas e teria um impacto profundo na sociedade. Essa IA está dentro de um escopo especulativo e não há consenso científico sobre sua viabilidade ou potencial impacto (CARVALHO,2023).

FIGURA 1: Tipos de Inteligência Artificial



Fonte: TOP BIG DATA, 2020.

Em resumo, constata-se que a IA Fraca é limitada e especializada, simulando a inteligência humana, mas limitada por não ser verdadeiramente inteligente (não possui uma compreensão geral da vida humana no mundo). Por

outro lado, a Inteligência Artificial Forte busca criar máquinas com autoconsciência e habilidades de pensamento semelhantes às dos humanos, enquanto a Superinteligência é uma IA que ultrapassa a própria inteligência humana. Entretanto, tanto a IA Forte e quanto a Superinteligência Artificial são apenas conceitos teóricos, não existindo de fato nos dias atuais. É a IA Fraca que vem sendo amplamente desenvolvida e empregada, tornando-se um grande marco na evolução dessa tecnologia para a resolução de problemas.

2.3 TÉCNICAS DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

A inteligência artificial (IA) é uma área multidisciplinar que engloba uma variedade de técnicas e abordagens para resolver problemas complexos. Segundo Russell e Norvig (2014), as técnicas da IA podem ser categorizadas em diversas áreas, cada uma com suas características e aplicações específicas. Entre as principais técnicas destacam-se:

- **Aprendizado de Máquina (Machine Learning):** Goodfellow, Bengio e Courville (2016) destacam o Aprendizado de Máquina como uma das áreas fundamentais da Inteligência Artificial. Eles explicam que o Aprendizado de Máquina envolve o desenvolvimento de algoritmos que permitem aos sistemas aprender a partir de dados, identificar padrões e tomar decisões com base nesses padrões. Essa área é fundamental para o desenvolvimento de sistemas autônomos e inteligentes.
- **Redes Neurais Artificiais:** As Redes Neurais Artificiais são mencionadas por Goodfellow, Bengio e Courville (2016) como modelos computacionais inspirados no funcionamento do cérebro humano. Eles explicam como essas redes são compostas por camadas de neurônios interconectados e são capazes de realizar tarefas complexas, como reconhecimento de padrões e processamento de linguagem natural.

- Algoritmos Genéticos: são abordados por Goodfellow, Bengio e Courville (2016) como técnicas de otimização baseadas em processos de evolução natural. Eles explicam como esses algoritmos são utilizados para encontrar soluções aproximadas para problemas complexos, através de uma abordagem que envolve seleção, recombinação e mutação de soluções candidatas.
- Processamento de Linguagem Natural (PLN): Goodfellow, Bengio e Courville (2016) também discutem o Processamento de Linguagem Natural como uma técnica essencial da Inteligência Artificial. Eles explicam como o PLN permite que os computadores compreendam e gerem linguagem humana de forma natural, sendo fundamental para aplicações como assistentes virtuais, tradução automática e análise de sentimentos.
- Lógica Fuzzy: A Lógica Fuzzy estende a lógica booleana para lidar com incertezas e imprecisões. Klir e Yuan (1995) explicam que, na lógica fuzzy, os valores de verdade das proposições podem variar entre verdadeiro e falso em graus, representados por valores numéricos entre 0 e 1. Essa técnica é comumente utilizada em sistemas de controle, diagnóstico médico e tomada de decisões.
- Visão computacional: Tacca e Rocha (2018) destacam a importância da visão computacional, que permite aos sistemas interpretar e compreender o conteúdo visual de imagens e vídeos. Essa área é amplamente utilizada em reconhecimento de padrões, detecção de objetos e análise de imagens médicas.
- Robótica: apresenta como produto um sistema físico, os robôs, com a capacidade de ser programado para executar tarefas de maneira autônoma ou semiautônoma, interagindo com o ambiente de forma inteligente. Necessitam de percepção para navegar e interagir com o ambiente, planejamento para atingir seus objetivos, controle de seus

movimentos e segurança na sua utilização (TAKANO, 2023).

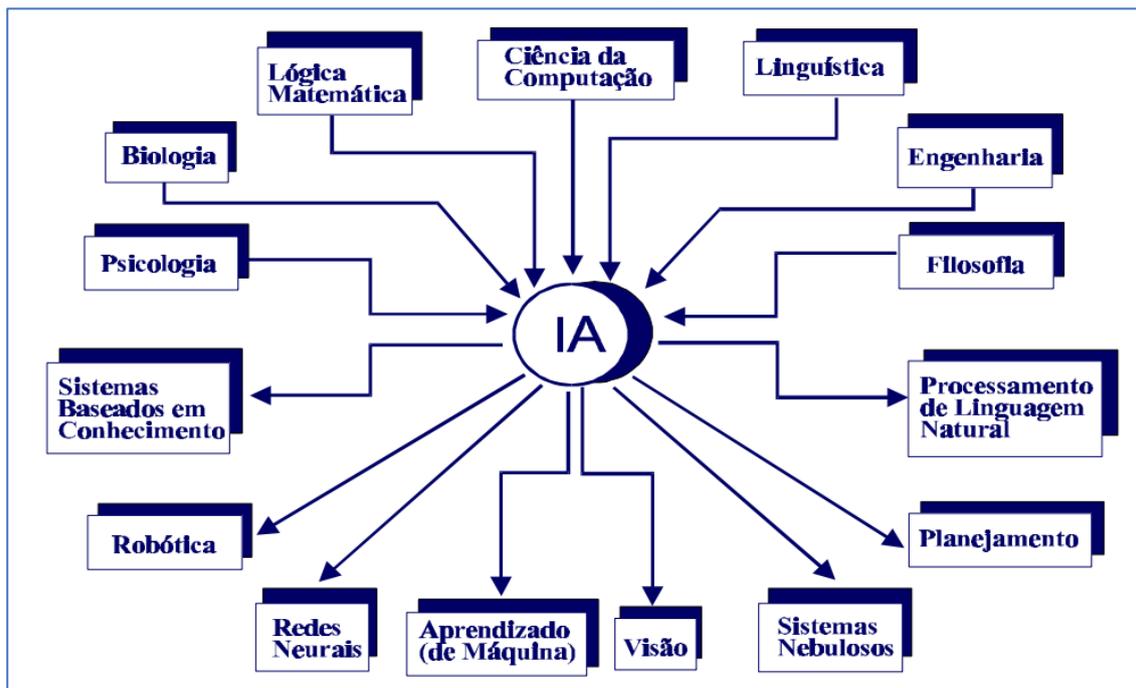
- Inteligência Artificial Generativa: se concentra na criação de modelos capazes de gerar dados de forma autônoma e criativa, que se assemelham a algo criado por seres humanos. Esses dados podem ser textos, imagens, músicas e outros mais. Esse modelo utiliza um grande banco de dados, onde aprende-se os padrões e características dessas informações nesses mesmos padrões (TAKANO,2023).

Em compêndio, constata-se que as técnicas de IA são bastante distintas, desde treinamento de ferramentas a partir de dados rotulados ou até mesmo a identificação de padrões na solução de problemas. A divisão das técnicas é essencial para entender como os algoritmos aprendem e trazem soluções a partir dos dados. Existem outras técnicas de IA e outras mais continuam surgindo, mas as IA aqui apresentadas abrangem parcela relevante do assunto, comum a muitos especialistas na área.

2.4 ALGUMAS APLICAÇÕES DA INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Ao longo das décadas, os avanços tecnológicos e a pesquisa contínua levaram a sucessos e fracassos iniciais, impulsionando a busca por uma fundamentação consistente e tecnologia adequada para a aplicação da IA. Com o surgimento de novas tecnologias, algoritmos e abordagens, a IA expandiu seu escopo para além do raciocínio, incorporando funções como percepção, especialmente no desenvolvimento de Agentes Inteligentes, ampliando assim as possibilidades de aplicação e resolução de problemas que anteriormente seriam desafiadores (MONARD e BARANAUSKAS, 2023).

FIGURA 2: Áreas da Inteligência Artificial



Fonte: MONARD e BARANAUSKAS, 2023.

Das inúmeras aplicações existentes da IA, a IBM (2023) elucida os mais comuns:

- Reconhecimento de voz: também conhecido como reconhecimento automático de voz (ASR), reconhecimento de voz por computador, ou voz-para-texto, é um recurso que usa processamento de linguagem natural (PNL) para processar a voz humana no formato escrito. Muitos dispositivos móveis incorporam reconhecimento de voz em seus sistemas para realizar pesquisas por voz, como o Siri, ou oferecem mais acessibilidade no envio mensagens de texto.
- Atendimento ao cliente: Os agentes virtuais on-line estão substituindo os agentes humanos na jornada do cliente. Respondem a perguntas frequentes (FAQs) sobre assuntos como envio, ou fornecem orientação personalizada, fazem vendas cruzadas de produtos ou oferecem sugestões de tamanhos para os usuários, mudando nossa forma de encarar o envolvimento do cliente em sites e plataformas de redes sociais. Alguns exemplos são bots de mensagens em sites de comércio eletrônico com agentes virtuais, aplicativos de mensagens, como o Slack e o Facebook Messenger e tarefas normalmente realizadas por assistentes virtuais e assistentes de voz.
- Computer Vision: essa tecnologia de IA permite que computadores e sistemas colham informações significativas de imagens digitais, vídeos e outras entradas visuais e, com base nessas entradas, podem agir. Essa capacidade de apresentar recomendações a distingue das tarefas de reconhecimento de imagem. Alimentada por redes neurais convolucionais, a Computer Vision tem aplicações em aplicação de

etiquetas em fotos em redes sociais, imagens de radiologia na área da saúde e carros autônomos na indústria automotiva.

- Mecanismos de recomendação: utilizando dados de comportamento de consumo passados, os algoritmos de IA podem ajudar a descobrir tendências de dados que podem ser usadas para desenvolver estratégias de venda cruzada mais eficazes. É utilizado para fazer recomendações complementares relevantes aos clientes durante o processo de checkout para varejistas on-line.

- Negociação automatizada de ações: projetada para otimizar carteiras de ações, as plataformas de negociação de alta frequência orientadas por IA realizam milhares ou até milhões de negociações por dia sem intervenção humana (IBM, 2023).

No que tange a aplicação militar da IA, os Estados Unidos da América se destacam em âmbito mundial. Utilizam IA em drones autônomos e tecnologia de reconhecimento facial. A IA também é utilizada para analisar as imagens obtidas por drones, identificando alvos e contribuindo para a obtenção de informações de inteligência. Ademais, pesquisas estão sendo realizadas para a implementação da IA em sistemas de defesa antimísseis estadunidenses (TAKANO, 2023).

Ademais, a IA é utilizada para aprimorar a detecção e neutralização de ameaças cibernéticas em tempo real pelo Reino Unido. A defesa cibernética é fundamental para o desenvolvimento estratégico e segurança de uma Nação. Na Alemanha a IA é utilizada para otimizar o planejamento logístico e gerenciamento de suprimentos em operações militares, evidenciando sua importância para a logística militar (TAKANO, 2023).

Outrossim, a empresa israelense Elbit Systems desenvolveu um sistema que utiliza a IA para a simulação de cenários de operações e contribui para o processo decisório dos comandantes (ELBIT SYSTEM, 2024). Nesse contexto, a China também vem empregando a IA nas simulações de combate, somado a estudos na aplicação de veículos aéreos não tripulados (TAKANO, 2023).

FIGURA 3: Interações da Inteligência Artificial aplicadas no teatro de operações



Fonte: CROSBY, 2021.

A Inteligência Artificial também está inserida no Exército Brasileiro. Em 2019 foi criado um *chatbot* com linguagem adaptativa e elementos visuais aprimorados para facilitar o acesso à informação e aos serviços oferecidos pela instituição para a população em geral, denominado de Max. Ele já realizou mais de um milhão de interações e tem uma taxa de acerto de 85% nas respostas, estando disponível 24 horas por dia, 7 dias por semana para responder às dúvidas dos usuários (BRASIL,2024).

MAX responde a perguntas frequentes sobre o Exército Brasileiro, como processos de recrutamento, concursos, serviços prestados à comunidade e informações sobre as diversas unidades militares. Ele também permite que os usuários agendem serviços online, como a emissão de certidões e a consulta de processos, além de manter os usuários atualizados sobre as últimas notícias e eventos do Exército Brasileiro (BRASIL,2024).

FIGURA 4: Max, a Inteligência Artificial do EB



Fonte: DEFESANET, 2023.

Por fim, alguns países utilizam a Inteligência Artificial no desdobramento do sistema de comunicações de suas Forças Armadas. Nos Estados Unidos, a Inteligência Artificial é aplicada para melhorar a eficiência e a segurança das comunicações militares, através de sistemas de comunicação autônomos e adaptativos que podem se ajustar dinamicamente às condições do campo de batalha (LYNCH, 2020). Na China, a Inteligência Artificial é utilizada para desenvolver sistemas de comunicação militar mais ágeis e resilientes, permitindo uma coordenação eficaz e uma rápida tomada de decisões em cenários de guerra modernos (ZHANG, 2019). Em Israel, a Inteligência Artificial é empregada para aprimorar a interoperabilidade e a segurança das comunicações militares, através de sistemas de comunicação inteligentes que podem detectar e mitigar ameaças cibernéticas em tempo real (COHEN, 2020). Esses exemplos demonstram como a Inteligência Artificial está sendo cada vez mais integrada

aos sistemas de comunicações militares para garantir uma vantagem estratégica e operacional nos campos de batalha contemporâneos.

Em resumo, pode-se inferir que a IA está transformando muitos aspectos da vida cotidiana e tende a continuar desempenhando um papel crucial no futuro. Seus impactos são significativos nas expressões econômica, científico-tecnológica e militar do poder nacional. Essa tecnologia possui uma ampla gama de aplicações em diversos setores, desde diagnósticos médicos, atendimento ao cliente, otimização de rotas logísticas e veículos autônomos, até aplicações em guiamento de armas, defesa e ataques cibernéticos e simulações diversas de combate. A IA aplicada no combate moderno traz maior eficiência e eficácia aos materiais de emprego militar, contribui na aquisição e processamento de informações de inteligência e coopera para a preservação de vidas humanas no teatro de operações.

2.6 A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA O EXÉRCITO BRASILEIRO

Diante do potencial da inteligência artificial, o Exército Brasileiro publicou “A Diretriz Estratégica de Inteligência Artificial para o Exército Brasileiro” EB20-D-02.031. Essa publicação foi concebida para estabelecer as orientações para a implantação e utilização da Inteligência Artificial no Exército, alinhadas à Política de Informação da instituição. Esse documento identificou a premissa que a IA possui grande capacidade de impactar as atividades militares, seja em tempo de paz relativa ou de conflito, reforçando a importância dessa tecnologia para a segurança do Brasil (BRASIL, 2024).

O EB20-D-02.031 reforça a necessidade do desenvolvimento da IA para o Exército Brasileiro:

Sendo assim, pode-se identificar a necessidade de impulso estratégico nesta área, direcionando e aglutinando iniciativas, a fim de permitir que a Instituição obtenha vantagem competitiva (eficiência, eficácia e efetividade) em todas as áreas de atuação. (BRASIL, 2024).

Esse documento também define que a Inteligência Artificial é um sistema de processamento computacional de informações e conhecimentos que pode fazer previsões, recomendações ou contribuir para a tomada de decisões que influenciem ambientes reais ou virtuais, sendo fundamental dispor de: banco de dados estruturado, poder computacional e de algoritmos de IA. O core de um sistema de IA é o agente de inteligência artificial (AIA), que é composto por três núcleos: o núcleo de interface (executa a conexão com a base de dados), o núcleo de processamento (executa o processamento solicitado pelo núcleo de interface e autorizado pelo núcleo de autonomia) e o núcleo de autonomia (libera o processamento em sua arquitetura com autorização do ser humano) (BRASIL, 2024).

Ademais, a Diretriz Estratégica de Inteligência Artificial para o Exército Brasileiro tem por objetivo central dotar o Exército de sistemas apoiados por IA visando o cumprimento de sua destinação constitucional, melhorando a tomada de decisão e promovendo investimentos em pesquisa na área. Quanto aos objetivos transversais que podem contribuir para os sistemas de Comando e Controle da Força, podemos apontar:

- [...]Garantir interações e trocas de informações confiáveis às comunicações militares;
- [...] Auxiliar no desenvolvimento de criptografia avançada;
- [...] Aumentar a automação do processamento de dados em alta velocidade para reduzir a intervenção manual e aumentar a economia nos custos de mão-de-obra;
- [...] Utilização de medidas de segurança aptas a permitir o gerenciamento de riscos dos sistemas de IA e a garantir a rastreabilidade dos processos e decisões tomadas durante o ciclo de vida do sistema (inclui IGSAS, credenciais de segurança, segurança dos sistemas de C2, dentre outras) (BRASIL, 2024).

Por fim, faz-se mister destacar que o Exército Brasileiro percebeu a importância do desenvolvimento da Inteligência Artificial para os diversos sistemas da Força Terrestre e todo potencial que ela pode agregar. Foram determinadas estratégias e responsabilidades para a inserção gradativa dessa tecnologia disruptiva no cotidiano da instituição, quer seja na esfera administrativa, de ensino ou até mesmo numa situação de combate.

2.6 A DIVISÃO DE EXÉRCITO

A Divisão de Exército (DE) é uma estrutura ativada e organizada para fins de emprego em operações. Este Grande Comando Operativo da Força Terrestre (F Ter) é integrado por um número variável de elementos de combate, de apoio ao combate e de apoio logístico, necessários para o cumprimento de suas missões. A DE é o menor escalão da F Ter capaz de combinar atitudes, executando dois ou três tipos de operações básicas, simultaneamente (BRASIL, 2020c).

Segundo o Manual de Campanha EB70-MC-10.243 - Divisão de Exército, a missão da DE é definida conforme abaixo:

A DE tem por missão precípua empregar seus meios de forma integrada, coordenada e sincronizada, a fim de alcançar objetivos táticos, eventualmente operacionais, em proveito da manobra, colaborando com o escalão enquadrante, na conquista de seus objetivos. (BRASIL, 2020c).

No que tange a organização, de acordo com o EB70-MC-10.243 - Divisão de Exército, é abordado:

A DE não possui uma organização fixa e rígida, devendo ser estruturada para atender às demandas do planejamento operacional ao qual estiver subordinada. A geração de seu poder de combate levará em consideração as capacidades requeridas no planejamento operacional e tático e as disponibilidades de meios do Exército, podendo, ainda, receber meios alocados de um comando conjunto, conforme as circunstâncias. Caso, no decorrer dos planejamentos ou das operações, identifique-se a necessidade de integração de outras capacidades operativas, estas poderão ser agregadas à sua organização. O comando da DE deve ser capaz de exercer o comando e controle sobre todos os elementos subordinados e alocados. [...] A amplitude do TO/A Op e a evolução das ações poderão acarretar a necessidade, por parte da DE, do desdobramento de mais de uma área de PC, tornando necessária a adequação do sistema de comunicações para esse fim. (BRASIL, 2020c).

O Manual de Fundamentos EB20-MF-07.101 Conceito Operacional do

Exército Brasileiro Operações de Convergência 2040 (2023) prevê diversos desafios que refletem a complexidade do ambiente operacional em 2040. Cabe ao Exército Brasileiro a preparação para o enfrentamento de ameaças e cenários que incluem o aumento da dependência tecnológica em todos os segmentos, o incremento de tecnologias disruptivas aplicadas ao campo militar, a hiperconectividade, a automação ampliada, entre outros.

Nesse contexto ainda, o EB20-MF-07.101 aborda que a Divisão de Exército deve adotar uma postura de adaptação e flexibilidade, buscando inovação e tecnologia para garantir a superioridade operacional. A promoção da colaboração e cooperação, aliada ao investimento em treinamento e capacitação contínuos, são essenciais para lidar com os desafios complexos das operações de convergência. Além disso, a resiliência emocional e a determinação são qualidades fundamentais para manter o foco e a eficiência operacional em situações de alto estresse durante as operações militares (BRASIL, 2023).

Com o intuito de atender as necessidades de desdobramento dos elementos da DE, o sistema de comunicações divisionário deve possuir meios que permitam a condução das operações em todas as fases, com grande flexibilidade e proporcionando a eficiência e segurança das ligações estabelecidas. O comandante da Divisão deve ter a melhor consciência situacional possível no apoio ao processo decisório, podendo agir com oportunidade na condução das operações. A rapidez, a confiabilidade, a segurança, a flexibilidade, a amplitude e a integração são os princípios de comunicações que propiciam um sistema de comunicações com maior disponibilidade, integração, confiabilidade e aceitabilidade (BRASIL, 2020c).

O Batalhão de Comunicações (B Com) é responsável por instalar, explorar, manter e proteger o sistema de comunicações em apoio à DE. Outrossim, na célula de operações do Estado-Maior da DE, a Seção de Comunicações, Guerra Eletrônica e Cibernética planeja e coordena o emprego das comunicações na Divisão, garantindo a interoperabilidade e a eficiência do sistema em diferentes cenários operacionais (BRASIL, 2020c).

2.7 O SISTAC/DE

O Sistema Tático de Comunicações da Divisão de Exército é fundamental para garantir a eficácia das operações militares deste Grande Comando Operativo. Ele é responsável por estabelecer a rede de comunicações que permite a coordenação, o comando e o controle das ações dos elementos que a compõem. O Batalhão de Comunicações e Guerra Eletrônica é o responsável pelo seu desdobramento nas operações.

Segundo o Manual de Campanha - As Comunicações nas Operações (BRASIL, 2020b), o SISTAC é composto por uma variedade de equipamentos de comunicação, como rádios, telefones, computadores e outros dispositivos, que permitem a troca de informações entre os diversos escalões e elementos da Divisão. Essas comunicações são essenciais para transmitir ordens, relatórios de situação, solicitações de apoio, coordenação de movimentos e outras informações relevantes para o desenrolar das operações. Ele inclui ainda procedimentos operacionais padronizados, protocolos de segurança da informação e planos de contingência para garantir a confiabilidade e a segurança das comunicações em ambientes operacionais complexos e adversos.

O Manual C 11-61 – As Comunicações na Divisão de Exército (BRASIL, 1995) define que o SISTAC/DE está baseado no Sistema de Comunicações de Área (SCA), com o complemento de meios do Sistema de Comunicações de Comando (SCC). O SCA apresenta um sistema de concepção nodal, com assinantes fixos e móveis, sendo dotado de grande capacidade de comutação automatizada que garante a integração e interoperabilidade das comunicações. Enquanto o SCC é formado por um conjunto de meios de comunicações para atender às necessidades específicas das Unidades/SU independentes e inferiores em operações, ligando, basicamente, o comando a seus subordinados sem a necessidade de acesso à malha nodal do SCA.

Quanto a infraestrutura de comunicações do SISTAC, a Nota Doutrinária Nr 04/2021- SC2FTer (2021) aborda a seguinte composição do sistema:

- a. Centros Nodais (CN) – são centros de comunicações empregados nos SCA, que desempenham a função precípua de nós troncais. São dispostos ao longo da área de operações para permitir a ligação entre os nós de acesso que apoiam os diversos PC e propiciar, ainda, o acesso à malha nodal para elementos isolados em toda a zona de ação apoiada. São compostos por equipamentos que permitem o estabelecimento de enlaces micro-ondas e multibanda, bem como equipamentos de VHF, HF, satelitais e ERB do SAM, além de outros;
- b. Nós de Acesso (NA) – também empregados nos SCA, são centros de comunicações que proveem a interface dos PC dos diversos escalões táticos com a malha nodal. Os NA, assim como os CN, são compostos por equipamentos que permitem o estabelecimento de enlaces micro-ondas e multibanda, bem como equipamentos de VHF, HF, satelitais e ERB do SAM, além de outros;
- c. Sistema do Assinante Móvel (SAM) – é um sistema de concepção celular empregado para transmissão de voz e/ou dados. Pode oferecer, ainda, os serviços de geolocalização, VoIP, navegação web, short message service (SMS), mulØmedia message service (MMS) e streaming de áudio e de vídeo. O SAM é composto por ERB e as estações de usuários, chamadas de terminais de assinantes móveis (TAM). Pode integrar um SCA ou ser usado isoladamente;
- d. Equipamentos de Interface de Rede (EIR) – são equipamentos rádio que funcionam como ponto de integração ao SCA para usuários que estejam operando rádios típicos do SCC, ampliando a área de cobertura dos CN e NA;
- e. sistema rádio – emprega equipamentos rádio configurados em redes dedicadas, não integradas as SCA, normalmente empregadas nos escalões U e inferiores. O estabelecimento do sistema rádio deve ter necessária flexibilidade para atender o tipo de organização da unidade, bem como as diferentes situações táticas. Entretanto, deve-se observar as restrições impostas pelo inimigo, principalmente no que se refere às ações de guerra eletrônica. Nas tropas blindadas e mecanizadas e nas situações de movimento rápido, o emprego do rádio adquire maior amplitude, podendo chegar a constituir a base do SISTAC. O Anexo A desta nota apresenta a atualização das principais características de cada grupo, bem como onde se enquadram os atuais equipamentos rádio utilizados pelo EB;
- f. sistema físico – é formado por um conjunto de meios capazes de estabelecer enlaces com elevado grau de segurança. Nas brigadas e superiores, o sistema físico poderá ser estabelecido para complementar o SISTAC. Normalmente, é desdobrado para interligar os órgãos existentes na área do PC. Nas U e inferiores o sistema físico é desdobrado conforme o sistema típico, onde são estabelecidos os circuitos troncos e ramais locais para interligar os diversos elementos e órgãos de apoio, principalmente nas operações de características estáticas. O desdobramento desse sistema está condicionado à análise dos fatores da decisão, levando em consideração o tempo disponível para o seu estabelecimento; e

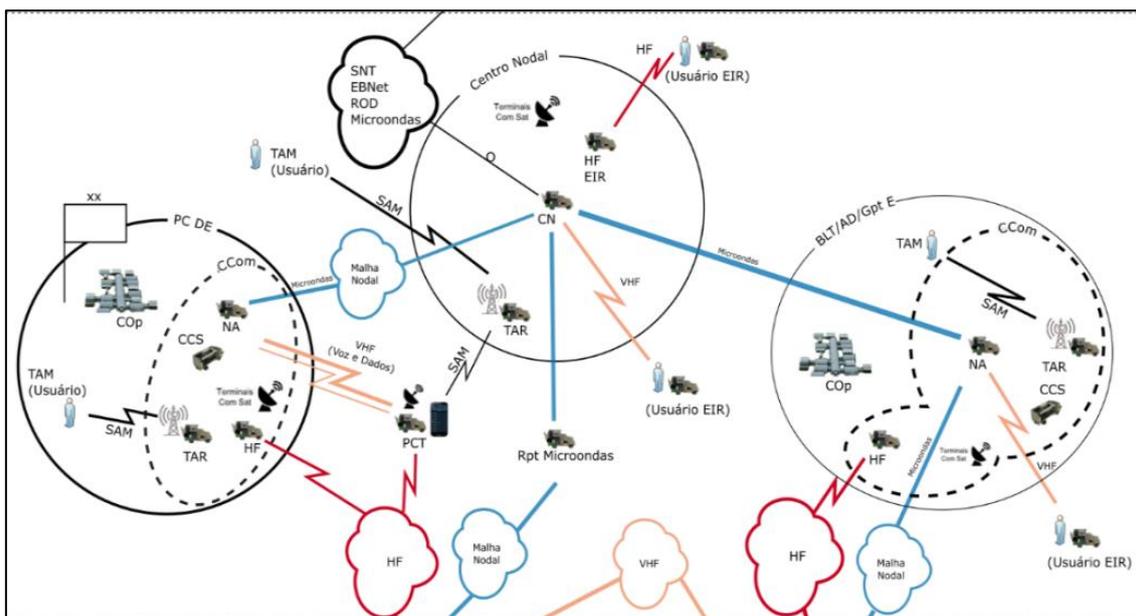
j. outros meios que não são considerados como sistemas poderão ser enquadrados como complementares ao SISTAC, como exemplo, o mensageiro, os acústicos e os visuais (BRASIL, 2021).

Quanto ao funcionamento, a Nota Doutrinária Nr 04/2021- SC2FTer (2021) estabelece que a integração do sistema de comando e controle da DE com o escalão superior é realizada, prioritariamente, por enlaces satelitais ou pela malha nodal (SCA) por meio de enlaces em micro-ondas. Essa integração ocorrerá, também, pelo Sistema de Telemática do Exército (SisTEx). Além disso, será utilizada a infraestrutura local do Posto de Comando (PC) para se integrar ao Sistema Nacional de Telecomunicações (SNT) e à rede pública de dados. Os enlaces em HF/VHF são utilizados para acessar a malha nodal, por meio do equipamento de interface de rede (EIR) existente nos Centros Nodais (CN) e Nós de Acesso (NA). Esses enlaces podem ser utilizados como forma de contingência.

Ademais, as ligações com os elementos subordinados e vizinhos são estabelecidas pela malha nodal (SCA), por meio dos enlaces micro-ondas. Ainda, será usada a infraestrutura local onde está o PC para se integrar ao SNT, rede pública de dados e à EbNet. Os enlaces em HF/VHF são utilizados como redundância. Nas áreas de desdobramento do PC da DE são utilizados o Sistema do Assinante Móvel (SAM) para comunicação por voz e dados. O sistema físico será baseado em fibra óptica e em cabeamento estruturado de rede, restringindo-se as ligações entre os órgãos do PC (BRASIL,2021).

Aliás, a Nota Doutrinária Nr 04/2021- SC2FTer (2021) prevê que o PCT deve ser preparado e equipado com rádios que permitam a integração com o SAM e com a malha nodal, por meio dos EIR, além de meios satelitais.

Figura 5: SC2FTer na Divisão de Exército



Fonte: BRASIL, 2021.

O SISTAC/DE opera em um ambiente caracterizado por um intenso fluxo de informações, exigindo uma robusta e eficiente infraestrutura. Como consequência, é fundamental a implementação de medidas rigorosas de proteção e segurança cibernética para salvaguardar os dados sensíveis que por ali trafegam. Outrossim, essas características impõem uma alta demanda e exigência sobre os operadores do sistema, que devem estar constantemente atualizados e capacitados para lidar com eventuais problemas que possam comprometer o sistema.

Em resumo, observa-se a complexidade do SISTAC/DE. O seu desdobramento em operações requer um planejamento técnico eficiente, seguro e eficaz. A evolução tecnológica e a flexibilidade nas operações militares refletem na constante busca por aprimoramento técnico e eficiência no desdobramento, contribuindo para a consolidação da capacidade de comando e controle da Divisão.

3 METODOLOGIA

Este capítulo tem por finalidade descrever e justificar os métodos utilizados na pesquisa realizada. Ele é fundamental para que se compreenda como a pesquisa foi conduzida e que se tenha condições de avaliar a validade dos resultados obtidos, garantindo a credibilidade e a replicabilidade do estudo.

A fim de atingir esses propósitos, inicialmente será apresentado o desenho da pesquisa, definindo a estrutura e a abordagem metodológica adotada para responder às questões de estudo. Na sequência, serão explorados a seleção de dados e seu respectivo tratamento. Essas etapas visam assegurar que apenas informações relevantes e confiáveis sejam incluídas na análise, minimizando erros e facilitando a interpretação dos resultados.

3.1 DESENHO DA PESQUISA

Esse trabalho procurou fazer uma abordagem qualitativa da literatura pesquisada, com ênfase em Inteligência Artificial e na doutrina militar do Exército Brasileiro a fim de entender o desdobramento do Sistema Tático de Comunicações da Divisão de Exército. A natureza da pesquisa foi do tipo aplicada, pois os apontamentos apresentados poderão servir de subsídio para pesquisas futuras no que diz respeito as possibilidades e limitações da IA no emprego das comunicações na Divisão de Exército.

Nesse contexto, quanto ao objetivo, este trabalho foi de caráter explicativo, pois descreveu, em linhas gerais e à luz da doutrina militar vigente, como a IA poderia contribuir no desdobramento do SISTAC/DE nas operações, bem como suas restrições para esse fim.

No que tange aos procedimentos de pesquisa, o trabalho foi realizado com base em bibliografias, vídeos, trabalhos científicos, artigos e documentos, que foram analisados e consolidados nos casos da aplicação da IA no SISTAC/DE.

DESENHO DA PESQUISA

PROBLEMA	OBJETIVO GERAL	OBJETIVO ESPECÍFICO	COMO?	INSUMO	PRODUTO ESPERADO
De que forma a Inteligência Artificial contribui para o Sistema Tático de Comunicações de uma Divisão de Exército?	Analisar as possibilidades e limitações da aplicação da Inteligência Artificial no Sistema Tático de Comunicações de uma Divisão de Exército, em apoio as operações.	Apresentar a tecnologia disruptiva Inteligência Artificial.	Pesquisa bibliográfica e documental	Relatórios, Reportagens da imprensa, Monografias, Artigos Científicos e Livros	Apresentar os conceitos, características e possíveis aplicações da Inteligência Artificial
		Apresentar o Sistema Tático de Comunicações da Divisão de Exército (SISTAC/DE).	Pesquisa bibliográfica e documental	Relatórios, Reportagens da imprensa, Monografias, Artigos Científicos, Manuais do Exército e Livros	Apresentar a Divisão de Exército e o seu SISTAC
		Identificar as características da Inteligência Artificial que podem beneficiar as comunicações militares.	Pesquisa bibliográfica e documental	Relatórios, Reportagens da imprensa, Monografias, Artigos Científicos, Manuais do Exército e Livros	Constatar as possibilidades da IA inserida no SISTAC/DE, a luz do Conceito Operacional do Exército Brasileiro para as Operações de Convergência 2040
		Identificar os desafios e limitações da inserção da Inteligência nas comunicações militares.	Pesquisa bibliográfica e documental	Relatórios, Reportagens da imprensa, Monografias, Artigos Científicos, Manuais do Exército e Livros	Constatar as limitações da IA na sua aplicação no SISTAC/DE, a luz do Conceito Operacional do Exército Brasileiro para as Operações de Convergência 2040

3.2 SELEÇÃO DOS DADOS

Este estudo realizou o levantamento de dados por meio de pesquisa bibliográfica de literatura (livros, manuais de campanha, trabalhos acadêmicos, jornais, revistas especializadas e fontes eletrônicas), além de documentos internos produzidos pelo Exército Brasileiro. As consultas foram baseadas nas principais fontes de pesquisa de trabalhos acadêmicos, como as plataformas digitais do Google Acadêmico, Scielo, Biblioteca Digital do Exército Brasileiro e EB Revistas.

3.3 TRATAMENTO DOS DADOS

O tratamento dos dados foi realizado por meio da análise qualitativa da literatura, trazendo uma visão abrangente das contribuições da IA para o emprego das comunicações nas operações militares. Essa abordagem permitiu uma compreensão mais aprofundada, elucidando como ela pode contribuir para a melhoria da eficiência do SISTAC/DE dentro de suas premissas doutrinárias.

O método foi limitado pelas pesquisas bibliográficas, não contemplando o estudo de campo e entrevista com pessoas. O estudo limitou-se ainda aos manuais de campanha, trabalhos acadêmicos, artigos científicos, periódicos, jornais e revistas que apresentem conceitos à luz da Doutrina Militar Terrestre publicados até o 1º semestre de 2024.

3.4 CRONOGRAMA

O Cronograma desempenha um papel fundamental na organização e planejamento das atividades a serem desenvolvidas ao longo desse trabalho acadêmico. Neste subcapítulo, são detalhadas as etapas do projeto, suas respectivas durações e prazos, permitindo visualizar de forma clara e precisa a sequência de atividades a serem realizadas.

4 ANÁLISE E DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

No presente capítulo serão apresentados os principais achados da pesquisa, os quais foram obtidos por meio de métodos rigorosos de coleta e análise de dados já descritos. Este capítulo visa não apenas descrever os resultados encontrados, mas também interpretá-los à luz daquilo que foi apresentado nos capítulos anteriores. Serão abordadas as tendências identificadas e as relações entre as variáveis, contribuindo assim para a compreensão mais profunda do problema e fornecendo subsídios para a formulação de conclusões fundamentadas.

Diante de um cenário de aperfeiçoamento do SISTAC/DE, abordaremos como a inteligência artificial poderá impactar no sistema e as possíveis consequências dessa inserção. As observações elencadas estão baseadas na concepção geral e sistêmica do emprego das comunicações, inseridas na doutrina militar vigente.

Verificou-se que o SISTAC/DE apresenta uma estrutura complexa e fundamental para as operações militares, exigindo um planejamento técnico eficiente e seguro. Sua evolução tecnológica e flexibilidade refletem a constante busca por aprimoramento técnico e eficiência no desdobramento, contribuindo para a consolidação da capacidade de comando e controle do escalão considerado. O SISTAC/DE requer integração com rádios que permitam a conexão com o Sistema de Apoio à Mobilidade (SAM) e com a malha nodal, além de meios satelitais, evidenciando a importância da comunicação eficaz e segura.

Ademais, Manual de Fundamentos EB20-MF-07.101 Conceito Operacional do Exército Brasileiro Operações de Convergência 2040 (2023), que fornece diretrizes importantes sobre o emprego da Força Terrestre em cenários futuros, reforça que a Divisão de Exército desempenha um papel crucial nas operações militares, sendo a responsável por conduzir operações terrestres em larga escala de forma integrada e sinérgica. Buscando garantir a superioridade operacional, ela deve adotar uma postura de adaptação, flexibilidade e rapidez, estando apoiada pela inovação e tecnologia.

Outrossim, constatou-se que a Inteligência Artificial é uma tecnologia disruptiva em constante evolução, essencial para a modernização dos meios de emprego militar. A aplicação da IA no Sistema Tático de Comunicações de uma Divisão de Exército apresenta desafios e oportunidades, sendo promissora para a análise de dados em tempo real, identificação de ameaças cibernéticas e otimização de processos. Os tipos, técnicas e as aplicações de IA permitem entender sua capacidade no contexto atual e seu potencial de aplicação.

Diante das características técnicas e operacionais do SISTAC/DE, partindo da premissa que esse sistema é dotado de conjuntos de recursos tecnológicos, abaixo seguem possibilidades da IA relacionadas a esse sistema, com suas respectivas descrições.

QUADRO 3 – Possibilidades da IA no SISTAC/DE

Possibilidades	Descrição
Melhoria da análise de dados	A IA pode otimizar o processamento de informações, permitindo a análise em tempo real de dados de diferentes fontes. A IA pode analisar grandes volumes de dados, identificando ameaças e oportunidades em proveito da inteligência. Isso resulta em uma comunicação mais rápida e eficiente dentro do SISTAC/DE.
Melhoria do processo de tomada de decisão	Com algoritmos avançados, a IA pode auxiliar na tomada de decisões em tempo real, considerando uma ampla gama de variáveis, cenários complexos e avaliações de riscos. Os sistemas de IA podem recomendar ações adequadas dentro do SISTAC/DE para otimizar suas operações.
Automação de tarefas	A IA pode automatizar tarefas repetitivas, tais como: o roteamento de mensagens; a manutenção e monitoramento da rede; a tradução de idiomas; e a análise e reconhecimento de imagens e voz. Essa automação favoreceria a redução de falhas na operação do SISTAC/DE, aumentando sua robustez e confiabilidade. Também poderia contribuir para identificação rápida e precisa de alvos e ordens, diminuindo o tempo de resposta frente a problemas.
Redução de erros humanos	A automação proporcionada pela IA pode reduzir erros humanos em tarefas críticas, aumentando a precisão e eficácia do sistema.

Otimização de recursos	Como consequência da inserção da IA no SISTAC/DE haveriam a otimização de recursos diversos, tais como pessoal, equipamentos e suprimentos.
Automatização da comunicação entre diferentes idiomas	A IA pode facilitar a comunicação e a interoperabilidade entre tropas amigas de diferentes países, usando ferramentas de tradução automática e <i>chatbots</i> . Assim, o SISTAC/DE poderia melhorar a coordenação e a eficiência das operações combinadas.
Maior segurança cibernética	A IA pode ser usada para detectar e prevenir ataques cibernéticos, protegendo as redes de comunicação do SISTAC/DE contra hackers e outras ameaças.
Manutenção preditiva	A IA pode ser usada para prever falhas em equipamentos de comunicação, permitindo que sejam reparados antes que causem interrupções nas operações. Isso contribuiria para garantir a continuidade do SISTAC/DE em operações, sem sua interrupção.
Detecção de ameaças	A IA pode analisar grandes volumes de dados para identificar possíveis ameaças, como interceptações de comunicações inimigas ou atividades suspeitas. Isso contribui para a segurança e proteção das informações transmitidas.
Resposta automática a incidentes	A IA pode automatizar a detecção e resposta a incidentes no SISTAC/DE, agilizando a reação a eventos críticos e minimizando danos.
Adaptação rápida a mudanças	A IA pode contribuir para a flexibilidade demandada em um teatro de operações, identificando e respondendo a novos padrões e situações de forma eficiente.
Otimização do gerenciamento do sistema	A IA pode ser utilizada para otimizar a alocação de recursos nas redes do SISTAC/DE, garantindo uma distribuição mais eficiente de largura de banda, priorização de tráfego e gerenciamento de possíveis congestionamentos.
Redução de custos a longo prazo	A automação e eficiência proporcionadas pela IA podem resultar em redução de custos operacionais a longo prazo.

Fonte: elaborado pelo autor.

Ademais, ainda nesse contexto, a inserção da IA no SISTAC/DE requer uma abordagem cuidadosa para lidar com os desafios e riscos relacionados. Seguem abaixo as limitações da IA relacionadas a esse sistema, com suas respectivas descrições.

QUADRO 4 – Limitações da IA no SISTAC/DE

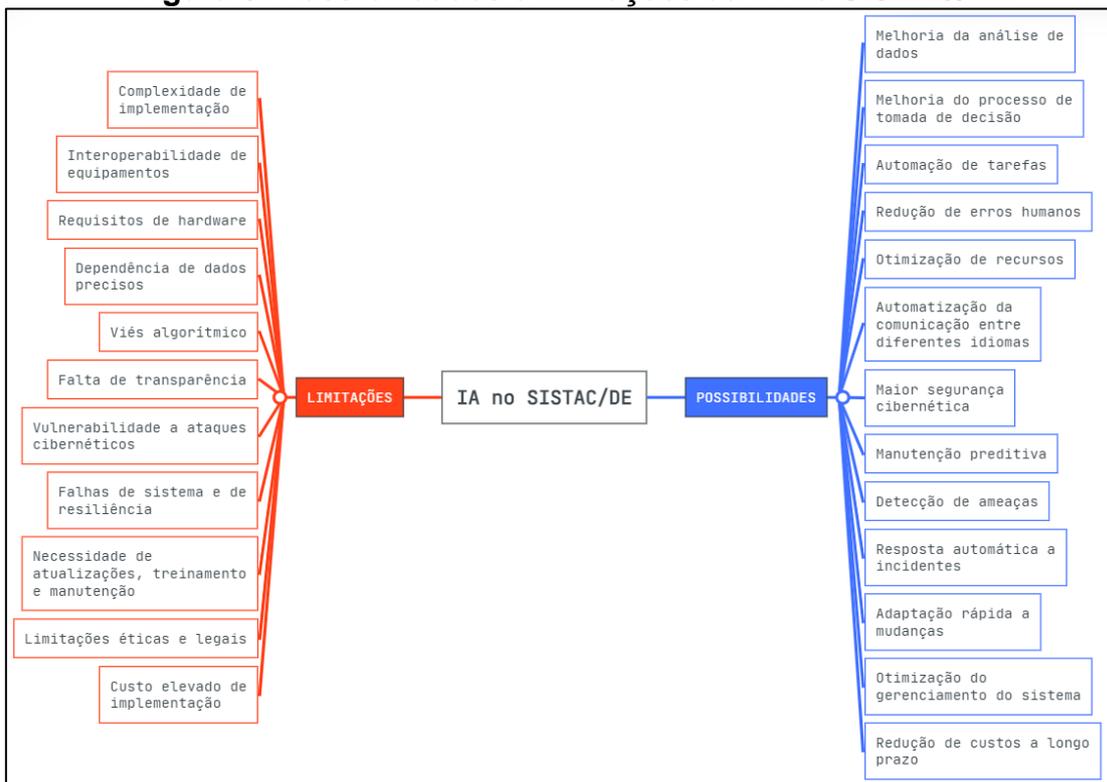
Limitações	Descrição
Complexidade de implementação	A integração da IA no SISTAC/DE pode ser complexa e requerer ajustes significativos na infraestrutura, softwares e procedimentos operacionais.
Interoperabilidade de equipamentos	Garantir que os sistemas baseados em IA sejam compatíveis e interoperáveis com equipamentos de diferentes fabricantes e padrões pode ser um desafio, especialmente em ambientes de operação conjuntas ou combinadas.
Requisitos de hardware	A IA muitas vezes exige hardware robusto e específico para funcionar eficientemente, o que pode ser um desafio considerando possíveis restrições.
Dependência de dados precisos	Os sistemas de IA precisam de grandes volumes de dados de alta qualidade para serem treinados e funcionar corretamente. A coleta e o armazenamento desses dados podem ser um desafio. Se os dados forem incompletos, imprecisos ou desatualizados, a precisão e eficácia dos algoritmos de Inteligência Artificial podem ser comprometidas.
Viés algorítmico	Os sistemas de IA podem ser tendenciosos, refletindo os vieses presentes nos dados com os quais foram treinados. Isso pode levar a decisões inadequadas. A confiabilidade das decisões tomadas por sistemas de IA são essenciais em operações militares.
Falta de transparência	Os sistemas de IA podem ser difíceis de explicar, o que pode dificultar a compreensão de como chegaram a uma determinada decisão. Isso pode gerar desconfiança e reduzir a aceitação da IA em todos os níveis de usuários e operadores.
Vulnerabilidade a ataques cibernéticos	Os sistemas de IA podem ser vulneráveis a ataques cibernéticos, que podem ser usados para manipular seus resultados ou até mesmo desativá-los. Introduzir a IA no SISTAC/DE pode aumentar os riscos relacionados à segurança do sistema.
Falhas de sistema e de resiliência	Assim como qualquer software, os sistemas de IA podem apresentar falhas ou erros. Isso pode resultar em análises ou alertas incorretos, prejudicando o desempenho e a segurança das operações. A resiliência dos sistemas de IA a falhas técnicas, como mau funcionamento de hardware ou software, é fundamental para garantir a continuidade do adequado funcionamento do sistema.

<p>Necessidade de atualizações, treinamento e manutenção</p>	<p>Os sistemas de IA requerem atualizações regulares para acompanhar as mudanças e para corrigir possíveis vulnerabilidades. A falta de manutenção adequada pode levar à obsolescência dos sistemas e à perda de eficácia. Os operadores do SISTAC/DE precisam ser treinados eficientemente para garantir o correto funcionamento do sistema.</p>
<p>Limitações éticas e legais</p>	<p>O uso da IA em operações militares levanta questões éticas e legais importantes, como a possibilidade do incremento da letalidade autônoma, a “desumanização” da guerra, a privacidade e o uso indevido de informações sensíveis. É importante implementar salvaguardas adequadas e estabelecer diretrizes claras para garantir a conformidade e as responsabilidades.</p>
<p>Custo elevado de implementação</p>	<p>A implementação e manutenção de sistemas de IA no SISTAC/DE podem ser custosas, especialmente considerando possíveis restrições de orçamento.</p>

Fonte: elaborado pelo autor.

Após a análise dos Quadros 3 e 4 apresentados, foi elaborado um mapa mental, Figura 6, que sintetiza o resultado dessa pesquisa.

Figura 6: Possibilidades e limitações da IA no SISTAC/DE



Fonte: elaborado pelo autor.

Em síntese, a IA tem o potencial de revolucionar o SISTAC/DE, mas também apresenta desafios que precisam ser cuidadosamente considerados. É importante desenvolver sistemas de IA que sejam robustos, confiáveis e éticos, e que estejam alinhados com os valores e princípios do Exército Brasileiro. A IA pode oferecer melhorias significativas em termos de eficiência, flexibilidade, segurança e capacidade de resposta. Seus impactos no processo de tomada de decisão podem fazer a diferença nos cenários voláteis, incertos, complexos e ambíguos da atualidade.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo principal apresentar as possibilidades e limitações da inserção da Inteligência Artificial no Sistema Tático de Comunicações de uma Divisão de Exército, destacando a relevância dos achados para o campo de estudo em questão e suas possíveis aplicações no contexto prático.

Para isso foram elencados alguns objetivos intermediários como, apresentar a tecnologia disruptiva da IA; apresentar o SISTAC/DE; identificar as características da IA que podem beneficiar o SISTAC/DE; e identificar os desafios e limitações da inserção da IA no SISTAC/DE.

Foi possível observar que os conceitos relativos a IA descrevem sua ampla gama de capacidades, com aplicações em setores como da indústria, administração, educação e de defesa. Ademais, sua evolução durante os anos mostrou como seu potencial de desenvolvimento pode aumentar e impactar a sociedade. Os tipos e técnicas de IA revelaram o enorme potencial que essa tecnologia possui em se aproximar cada vez mais da inteligência humana, mesmo hoje estando aplicada a tarefas mais específicas.

O manual Conceito Operacional do Exército Brasileiro Operações de Convergência 2040 (2023) aborda a IA como parte integrante das operações militares futuras. Ele prevê um aumento significativo da presença de ferramentas tecnológicas dotadas dessa tecnologia, elevando drasticamente os níveis de automação dos sistemas envolvidos. Ele reconhece a importância da IA na área das comunicações militares e destaca a necessidade de os planejadores estarem preparados para empregar e se defender do uso dela em conflito. Somado as diretrizes contidas no EB20-D-02.031 (BRASIL, 2024), o Exército Brasileiro, por meio desses documentos, reconhece a importância e o impacto da IA nas operações militares futuras, destacando a necessidade de adaptação e integração dessa tecnologia avançada para garantir a eficácia e a eficiência do emprego da Força Terrestre em um contexto futuro.

Ademais, a DE é o menor escalão da Força Terrestre capaz de combinar

atitudes, podendo executar até três operações básicas simultâneas. Quanto ao SISTAC/DE, é ele que garante a eficácia do comando e controle da DE, sendo composto por uma variedade de equipamentos de comunicação, tais como rádios, telefones, antenas e computadores. O Manual de Campanha - As Comunicações nas Operações (2020b), o Manual C 11-61 – As Comunicações na Divisão de Exército (1995) e a Nota Doutrinária Nr 04/2021- SC2FTer (2021) dão as premissas do desdobramento, infraestrutura e funcionamento do SISTAC/DE.

Nesse contexto, este estudo buscou apresentar possibilidades e limitações de como a IA pode contribuir para o SISTAC/DE e, conseqüentemente, para a DE. Essas possibilidades destacam o potencial da IA para aprimorar significativamente os sistemas de comunicações militares, fortalecendo a eficácia, segurança e eficiência das transmissões nas operações. Em relação as limitações, elas destacam a importância de abordar cuidadosamente os desafios associados à inserção da IA nos sistemas de comunicações militares, garantindo que os benefícios potenciais sejam maximizados e os riscos mitigados.

Essa análise poderá servir de subsídios para pesquisas futuras que tenham como tema a IA aplicada no meio militar ou no emprego das comunicações em diferentes escalões. Destaca-se que essa pesquisa se baseou em pesquisa bibliográfica, cujo conteúdo disponível é limitado. Portanto, sugere-se que estudos mais aprofundados nesse assunto sejam realizados, aliados a experiências práticas.

Por fim, a IA é uma tecnologia disruptiva que se encontra em constante evolução, capaz de revolucionar quaisquer sistemas baseados em computadores ou redes. O SISTAC/DE deve passar por atualizações que permitam melhorar sua eficiência, segurança e flexibilidade nas operações, mantendo-o na vanguarda tecnológica das comunicações militares em nível mundial. Respeitada as limitações, a inserção na IA no SISTAC/DE pode trazer grandes benefícios ao Exército Brasileiro, contribuindo para o fortalecimento da expressão militar do Poder Nacional brasileiro.

REFERÊNCIAS

ASTH, Rafael. Inteligência Artificial (IA): o que é, seus tipos e como funciona. Toda Matéria, [s.d.]. Disponível em: <https://www.todamateria.com.br/inteligencia-artificial/>. Acesso em: 24 abr. 2024

BORGES, Luiz Ângelo de Andrade Pinheiro. O desenvolvimento da Inteligência Artificial no Brasil: potencialidades e desafios atuais. 2023. Policy Paper (Especialista em Ciências Militares) - Curso de Comando e Estado-Maior do Exército; Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2023.

BOSTROM, Nick. Superinteligência: caminhos, perigos e estratégias para um novo mundo. 2014. DarkSide Books. Rio de Janeiro, 2018.

BRASIL. Exército. Estado-Maior do Exército. Manual C-11-61. Comunicações na Divisão de Exército. 1. ed. Brasília, DF, 1995.

_____. Exército Brasileiro. Manual EB20-MF-10.101. O Exército Brasileiro. 1. ed. Brasília, DF, 2014.

_____. Exército. Estado-Maior do Exército. Manual EB20-C-07.001. Catálogo de Capacidades do Exército (2015-2035). 1. ed. Brasília, DF, 2015a.

_____. Exército. Estado-Maior do Exército. Manual EB20-MC-10.205. Comando e Controle. 1.ed. Brasília, DF, 2015b.

_____. Ministério da Defesa. Manual MD31-M-03. Doutrina para o Sistema Militar de Comando e Controle. 3. ed. Brasília, DF, 2015c.

_____. Exército. Comando de Operações Terrestres. Manual EB70-MC-10.223. Operações. 5. ed. 2017.

_____. Exército. Comando de Operações Terrestres. Manual EB70-MC-10.241. As Comunicações na Força Terrestre. 1. ed. Brasília, DF, 2018.

_____. Exército. Comando de Operações Terrestres. Manual EB70-MC-10.310. Brigada Blindada. 1. ed. Brasília, DF, 2019.

_____. Exército Brasileiro. Departamento de Educação e Cultura do Exército. Manual EB60-ME-12.303. Manual de Ensino Planejamento de Comunicações e Guerra Eletrônica. 1. ed. Brasília, DF, 2020a.

_____. Exército. Comando de Operações Terrestres. Manual EB70-MC-10.246: As Comunicações nas Operações. 1. ed. Brasília, DF, 2020b.

_____. Exército. Comando de Operações Terrestres. Manual EB70-MC-10.243. Divisão de Exército. 3. ed. Brasília, DF, 2020c.

_____. Exército. Portaria – COTER/C Ex Nº 143, de 9 de dezembro de 2021. Nota Doutrinária Nr 04/2021 Sistema de Comando e Controle da Força Terrestre. Separata ao Boletim do Exército, Brasília, DF, n.50, 17 dez. 2021.

_____. Exército. Estado-Maior do Exército. Manual de Fundamentos EB20-MF-07.101. Conceito Operacional do Exército Brasileiro Operações de Convergência 2040. 1.ed. Brasília, DF, 2023.

_____. Exército. Estado-Maior do Exército. Manual EB20-D02.031. Diretriz Estratégica de Inteligência Artificial para o Exército Brasileiro. 1.ed. Brasília, DF, 2024.

CARVALHO, Rafael. Tipos de inteligência artificial. 2023. Heros Park. Disponível em: https://herospark.com/blog/tipos-de-inteligencia-artificial/#1_Inteligencia_Artificial_Limitada_ANI. Acesso em: 20 abr. 2024.

COHEN, R. Enhancing Military Communications Using Artificial Intelligence. 2020. Defense Technology, 16(3), 234-245.

COPELAND, B.J.. "artificial intelligence". Encyclopedia Britannica. 2024, <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence>. Acesso em 23 abr. 2024.

CROSBY, Courtney. Operacionalização da Inteligência Artificial para a Guerra Algorítmica. 2021. Military Review. Disponível em: <https://www.armyupress.army.mil/Journals/Edicao-Brasileira/Arquivos/Primeiro-Trimestre-2021/Operacionalizacao-da-Inteligencia-Artificial-para-a-Guerra-Algoritmica/>. Acesso em: 23 abr. 2024.

DEFESANET. Max: Inteligência Artificial do Exército é promovida. 2023. Disponível em: <https://www.defesnet.com.br/terrestre/inteligencia-artificial-do-exercito-e-promovida/>. Acesso em: 23 abr. 2024.

ELBIT SYSTEM. Sistemas C4I [s.d.]. Disponível em: <https://elbitsystems.com/c4i-systems-introduction/>. Acesso em: 24 abr. 2024

FOOTE, Keith D. A brief history of artificial intelligence. 2022. Dativersity. Disponível em: <https://www.dataversity.net/brief-history-artificial-intelligence/>. Acesso em: 23 abr. 2022.

FURTADO, Ronaldo André. A inteligência artificial multiagente e os desafios para o Exército Brasileiro no século XXI. 2023. Policy Paper (Especialista em Ciências Militares) - Curso de Comando e Estado-Maior do Exército; Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2023.

GOODFELLOW, I., BENGIO, Y., & COURVILLE, A. (2016). Deep Learning. MIT Press. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10710-017-9314-z>. Acesso em: 24 abr. 2024.

KLIR, George J. e Bo YUAN. "Fuzzy sets and fuzzy logic - theory and applications.". 1995. Semantic Scholar.

LYNCH, Stephen P. Artificial Intelligence for Military Communications. 2020. In Artificial Intelligence in Military Systems (pp. 141-161). Springer, Cham.

MATTOS, Sergio Alexandre Saldanha Leite Rezende de. As Comunicações no Combate Moderno: "Arma de Apoio ao Combate ou Arma decisiva para a resolução dos Conflitos?" Uma mudança de paradigma baseada em novas tecnologias integradas. 2021. Policy Paper (Especialista em Ciências Militares) - Curso de Comando e Estado-Maior do Exército; Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2021.

MONARD, Maria Carolina e BARANAUSKAS, José Augusto. Aplicações de inteligência artificial: uma visão geral. 2000, Anais. São Paulo: Faculdade SENAC de Ciências Exatas e Tecnologia, 2000. Acesso em: 23 abr. 2024.

RUSSELL, Stuart e NORVIG, Peter. (2014). Artificial intelligence: a modern approach. Pearson. 2022. Disponível em: <http://aima.cs.berkeley.edu/>. Acesso em 24 abr. 2024

TAKANO, Márcio Massahiko. O emprego da Inteligência Artificial no planejamento das Operações Militares. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação lato sensu em Ciências Militares) - Curso de Comando e Estado-Maior do Exército; Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2023.

TOP BIG DATA. ¿Qué es la inteligencia artificial? Cómo funciona la IA, sus tipos y su futuro. 2020. Disponível em: <https://topbigdata.es/que-es-la-inteligencia-artificial-como-funciona-la-ia-sus-tipos-y-su-futuro/>. Acesso em: 11 abr. 2024.

TURING, Alan. Computing Machinery and Intelligence. 1950. Mind, 49(236), 433-460.

YAMASHITA, Rôber. O Sistema Tático de Comunicações nas Operações Complementares. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Pós-graduação lato sensu em Ciências Militares) - Curso de Comando e Estado-Maior do Exército; Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2019.

ZHANG, Y. The Application of Artificial Intelligence in Military Communications. 2019. Journal of Communication Engineering & Technology, 9(4), 10-15.