

**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS
CURSO DE ESTADO-MAIOR CONJUNTO
2024/2025**



TRABALHO DE INVESTIGAÇÃO INDIVIDUAL

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL – COMO INCORPORAR
A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA “FORÇA TERRESTRE BRASILEIRA
DE PRÓXIMA GERAÇÃO”**

**O TEXTO CORRESPONDE A TRABALHO FEITO DURANTE A
FREQUÊNCIA DO CURSO NO IUM SENDO DA RESPONSABILIDADE DO
SEU AUTOR, NÃO CONSTITUINDO ASSIM DOCTRINA OFICIAL DAS
FORÇAS ARMADAS PORTUGUESAS OU DA GUARDA NACIONAL
REPUBLICANA.**

**Diogo Luiz Oliveira de Andrade
MAJOR DO EXÉRCITO BRASILEIRO**



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL - COMO INCORPORAR
A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA "FORÇA TERRESTRE
BRASILEIRA DE PRÓXIMA GERAÇÃO"**

MAJ EXE BRA Diogo Luiz Oliveira de Andrade

Trabalho de Investigação Individual do CEMC 2024/2025

Pedrouços 2025



**INSTITUTO UNIVERSITÁRIO MILITAR
DEPARTAMENTO DE ESTUDOS PÓS-GRADUADOS**

**INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL - COMO INCORPORAR A
INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NA "FORÇA TERRESTRE
BRASILEIRA DE PRÓXIMA GERAÇÃO"**

MAJ EXE BRA Diogo Luiz Oliveira de Andrade

Trabalho de Investigação Individual do CEMC 2024/2025

Orientador: TCOR ENG
Luís Filipe Marques dos Santos Conceição

Pedrouços 2025



Declaração de compromisso Antiplágio

Eu, **MAJ EXE BRA Diogo Luiz Oliveira de Andrade**, declaro por minha honra que o documento intitulado **Inteligência Artificial – Como incorporar a Inteligência Artificial na “Força Terrestre Brasileira de Próxima Geração”** corresponde ao resultado da investigação por mim desenvolvida enquanto auditor do **Curso de Estado-Maior Conjunto 2024/2025** no Instituto Universitário Militar e que é um trabalho original, em que todos os contributos estão corretamente identificados em citações e nas respetivas referências bibliográficas.

Tenho consciência que a utilização de elementos alheios não identificados constitui grave falta ética, moral, legal e disciplinar.

Pedrouços, **05 de maio de 2025**.


MAJ EXE BRA Diogo Luiz Oliveira de Andrade



Agradecimentos

A realização desta investigação representou mais uma etapa no meu percurso acadêmico e profissional. Ela é, não só expressão do meu empenho pessoal, mas também resultado do apoio e do contributo de muitos que, ao longo deste caminho, se tornaram essenciais.

As primeiras palavras de gratidão serão sempre dirigidas a Deus, Senhor dos Exércitos. Ele me deu o dom da vida e a instrumentalidade necessária para entender o mundo à minha volta. A Deus sou grato por todas as bênçãos que tem me proporcionado em meu país e fora dele.

Ao meu orientador, Tenente-coronel de Engenharia Luís Filipe Marques dos Santos Conceição pela disponibilidade e dedicação, o meu muito obrigado. As suas orientações, fruto de sua experiência profissional e capacidade técnica, me permitiram encontrar o caminho a percorrer na investigação, contribuindo decisivamente para a sua solidez e coerência.

Ao Coronel William Henrique Bovi de Siqueira Megale, militar mais antigo do Exército Brasileiro servindo em Portugal, meu muito obrigado. Seu apoio e fidalguia foram indispensáveis durante a minha permanência em Lisboa.

Aos meus camaradas de curso, muito obrigado. Sem dúvida, o período passado em Portugal será no futuro por mim lembrado não só pelo aprendizado colhido, mas principalmente pelos laços de amizade forjados além-mar. O Atlântico agora representa um caminho que terei de percorrer para rever amigos que ficarão nesta terra que aprendi a amar. Nunca os esquecerei. Um agradecimento especial aos Capitães de Fragata Xavier e De La Torre, da Marinha do Brasil, meus patrícios. A sua companhia e permanente apoio foram imprescindíveis desde os primeiros momentos do curso.

No plano pessoal, agradeço à minha mãe, Marinalva, que sempre acreditou no valor da educação e investiu incansavelmente para que eu tivesse as melhores oportunidades de aprendizagem. Ao meu pai, Isaías, agradeço a sabedoria com que me ensinou o equilíbrio entre a responsabilidade e o desfrutar da vida, lembrando-me que o viver deve ser pleno e harmonioso.

Finalmente, os meus últimos e mais sinceros agradecimentos são para os pilares fundamentais da minha vida, minha esposa Miriam e nossa filha Celina, a quem agradeço profundamente o apoio e a compreensão pelos muitos momentos de ausência. Sem vocês, não teria sido possível. Sem vocês, não valeria a pena.



Índice

1. Introdução	1
2. Enquadramento teórico e conceptual	5
2.1. Força Terrestre Brasileira e a Força 40.....	5
2.2. Inteligência Artificial.....	6
2.2.1. Características da Inteligência Artificial	8
2.2.2. A IA no ambiente de <i>big data</i>	10
2.3. Modelo de Análise	11
3. Metodologia e Método.....	12
3.1. Metodologia.....	12
3.2. Método.....	13
4. O Poder de Combate do Exército Brasileiro.....	15
4.1. A conceção da Força 40.....	16
4.2. A geração do Poder de Combate	16
4.3. Síntese conclusiva e resposta à QD 1	18
5. A implantação da IA para o aumento do Poder de Combate.....	20
5.1. A experiência da NATO	20
5.2. Casos de utilização de IA nas Forças Armadas	22
5.3. Problemas no emprego militar da IA	25
5.4. Síntese conclusiva e resposta à QD 2	26
6. A incorporação da Inteligência Artificial no Exército Brasileiro	28
6.1. O impacto direto da incorporação da IA nos elementos do Poder de Combate	28
6.2. O impacto indireto da incorporação da IA nos elementos do Poder de Combate ...	30
6.3. Síntese conclusiva e resposta à QC	34
7. Conclusões	36
Referências bibliográficas	39



Índice de Apêndices

Apêndice A – Modelo de Análise.....	Apd A - 1
Apêndice B – Questionário.....	Apd B - 1

Índice de Figuras

Figura 1 – Estrutura do Exército Brasileiro.....	5
Figura 2 – Elementos do Poder de Combate	15
Figura 3 – Representação matemática dos elementos do Poder de Combate.....	17
Figura 4 – Representação matemática da junção dos elementos do Poder de Combate	17
Figura 5 – Representação matemática da variação do Poder de Combate	17
Figura 6 – Imagem da tela do Sistema Maven no exercício <i>Scarlet Dragon</i>	24
Figura 7 – Tipos de Variáveis.....	31

Índice de Gráficos

Gráfico 1 – Nível de conhecimento dos pesquisados sobre IA	28
Gráfico 2 – Opção prioritária para investimento em IA	29
Gráfico 3 – Opção secundária para investimento em IA.....	29
Gráfico 4 – Motricidade e Dependência 1	32
Gráfico 5 – Motricidade e Dependência 2.....	33

Índice de Quadros

Quadro 1 – Mapa das funcionalidades de IA e casos de utilização.....	21
Quadro 2 – Matriz de Impacto Cruzado	31
Quadro 3 – Modelo de Análise.....	Apd A - 1



Resumo

A Inteligência Artificial é uma tecnologia emergente e disruptiva que tem vindo a alterar a forma de emprego das Forças Armadas. O Exército Brasileiro tem procurado modernizar-se e incorporar novas capacidades para aumentar seu Poder de Combate, culminando na Força 40. Investigou-se o problema sobre como se poderá implementar a IA na Força 40 de modo a maximizar o incremento do Poder de Combate da Força Terrestre brasileira sendo o objetivo geral deste estudo analisar a incorporação da IA na Força 40. Adotou-se o conceito epistemológico interpretativo com o raciocínio dedutivo e uma estratégia de investigação mista. Realizou-se um estudo de caso com uma abordagem temporal transversal limitada ao EB. A análise documental e o questionário foram utilizados como instrumentos de recolha de dados. A pesquisa feita com os oficiais do Quadro de Estado-Maior da Ativa permitiu perceber como a IA deve ser implementada para gerar os maiores benefícios no Poder de Combate, dada a realidade brasileira. Foram identificados tanto o impacto direto como o impacto cruzado do investimento em IA nos elementos do Poder de Combate. O emprego de IA em Forças Armadas de Referência foi analisado tendo-se constatado que a tecnologia está a ser utilizada para processar e analisar dados e informações do ambiente, com o intuito de melhorar o fluxo decisório. A análise dos resultados permitiu concluir que a FCmb Inteligência seria a mais propícia para receber investimentos para a implementação de IA, maximizando os recursos aplicados e melhorando o Poder de Combate.

Palavras-chave

Inteligência Artificial, Poder de Combate, Exército Brasileiro, Inteligência



Abstract

Artificial Intelligence is an emerging and disruptive technology that has been changing the way the Armed Forces are employed. The Brazilian Army has sought to modernize itself and incorporate new capabilities to increase its combat power, culminating in the “Força 40”. The problem of how AI can be implemented in the “Força 40” in order to maximize the increase in the combat power of the Brazilian Land Force was investigated, with the general objective of this study being to analyze the incorporation of AI in the “Força 40”. The interpretative epistemological concept was adopted with deductive reasoning and a mixed research strategy. A case study was conducted with a transversal temporal approach limited to the Brazilian Army. Document analysis and the questionnaire were used as data collection instruments. The survey conducted with officers of the Active General Staff allowed us to understand how AI should be implemented to generate the greatest benefits in combat power, given the Brazilian reality. Both the direct impact and the cross-impact of investment in AI on the elements of combat power were identified. The use of AI in Reference Armed Forces was analyzed and it was found that the technology is being used to process and analyze data and information from the environment, with the aim of improving the decision-making flow. The analysis of the results allowed us to conclude that the Intelligence Combat Function would be the most suitable to receive investments for the implementation of AI, maximizing the resources applied and improving Combat Power.

Keywords:

Artificial Intelligence, Combat Power, Brazilian Army, Intelligence



Lista de abreviaturas, siglas e acrônimos

A

AICA *Autonomous Intelligent Cyber-defense Agent*

AWCFT *Algorithmic Warfare Cross-Functional Team*

C

CEMC Curso de Estado-Maior Conjunto

CMiLA Comandos Militares de Área

D

DARB *Data and AI Review Board*

DET Diretrizes Estratégicas de Transformação

DIANA *Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic*

DoD Departamento de Defesa

E

EB Exército Brasileiro

EME Estado-Maior do Exército

EUA Estados Unidos da América

F

FA Forças Armadas

FCmb Função de Combate

FTer Força Terrestre

G

GPT *Generative Pre-trained Transformer*

I

IA Inteligência Artificial

IBM *International Business Machines Corporation*

IDS *Intrusion Detection Systems*

INV Investigação

IRS *Intrusion Response Systems*

IUM Instituto Universitário Militar

L

LLM *Large Language Model*

M

MDO *Multi-Domain Operations*

MSS *Maven Smart System*



N

NATO *North Atlantic Treaty Organization*

NEP Normas de Execução Permanentes

NIAG *NATO Industrial Advisory Group*

NIF *NATO Innovation Fund*

O

OE Objetivo Específico

OECD *Organisation for Economic Co-operation and Development*

OG Objetivo Geral

P

PLN Processamento de linguagem natural

PUR Princípios de Utilização Responsável

Q

QC Questão Central

QD Questão Derivada

QEMA Quadro do Estado-Maior da Ativa

S

SISFRON Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras

T

TF *Task Force*

TII Trabalho de Investigação Individual

U

UAV *Unmanned Aerial Vehicles*



1. Introdução

A Inteligência Artificial (IA) é hoje um conceito que está presente no cotidiano das pessoas. Se anteriormente a IA era assunto de ficção científica, a realidade alterou-se de tal modo que as crianças já podem usar plataformas de IA gratuitas para apoio à realização de tarefas escolares (UNESC, 2022).

A definição de IA pode variar de acordo com a abordagem efetuada. Segundo *International Business Machines Corporation* (IBM) a “Inteligência artificial é uma tecnologia que permite que computadores e máquinas simulem a capacidade de resolução de problemas e a inteligência humana” (IBM, 2023, par. 1).

No domínio militar, a IA está a modificar o ambiente global de Segurança e Defesa. De acordo com a *North Atlantic Treaty Organization* (NATO), a IA “oferece uma oportunidade sem precedentes para que os países da Aliança fortaleçam a sua vantagem tecnológica, mas que, por outro lado, pode também potenciar as ameaças enfrentadas” (NATO, 2021b, par. 1).

A IA é vista como uma tecnologia de carácter estruturante que irá afetar todo o conjunto de atividades desenvolvido pela Aliança nas suas três tarefas essenciais: defesa coletiva, gestão de crise e segurança cooperativa (NATO, 2021b, par. 1).

Esta perspetiva encontra eco na Federação Russa, nas palavras de Vladimir Putin, que, já em 2017, reconhecia o potencial transformador da Inteligência Artificial ao afirmar que esta representava o futuro não apenas da Rússia, mas da própria humanidade. “Quem se tornar o líder nessa esfera tornar-se-á a potência dominante do mundo”, afirmou Putin durante uma aula inaugural na cidade de Yaroslavl (Gigova, 2017).

O Exército Brasileiro (EB), por sua vez, classifica a IA como uma tecnologia crítica, que contribuirá para o “agravamento das assimetrias de poder, modificando constantemente o carácter da guerra, com consequente evolução na concepção de emprego de Forças Militares” (Exército Brasileiro, 2023, pp. 1–3).

Percebe-se, assim, que o cenário que se prospecta no futuro é que a IA terá cada vez mais influência nos assuntos militares. Ela pode ser integrada em dispositivos autónomos que “convergirão para soluções cada vez mais letais”; auxiliar sistemas de armas que, se empregados de maneiras criativas e coordenadas, podem potenciar o efeito desejado; e trazer desafios éticos para o emprego de armas com alta capacidade de destruição, além de permitir que atores, outrora marginais, passem a ser relevantes caso possuam acesso a esse tipo de tecnologia (Anacleto, 2023, p. 22).



No sentido de preparar-se para este futuro, o EB tem procurado transformar-se de modo a atender à realidade de um contexto geopolítico marcado pelo escalar das disputas entre as principais potências globais. O cenário contemporâneo tem sido identificado como um fator determinante na transformação do carácter da guerra, exigindo que as Forças Armadas (FA) se preparem para enfrentar, de forma eficaz, os desafios presentes e emergentes. Balizando o horizonte temporal em 2040, o EB tem-se focado na obtenção de novas capacidades e no desenvolvimento de novas competências que permitirão a manutenção e o incremento do seu Poder de Combate para cumprir as suas missões, o que culminará no advento da “Força 40” (Exército Brasileiro, 2024a).

É lícito, porém, afirmar que a realidade orçamental das FA brasileiras é um fator que tem dificultado o incremento da capacidade operacional da Força Terrestre (FTer). Na sua diretiva de comando, o Comandante do Exército Brasileiro, General Tomás estabeleceu que, no âmbito do processo de transformação da Força, deveriam ser priorizados os sectores capazes de oferecer maior contributo à defesa da Pátria, assegurando eficácia no planeamento e na execução orçamental, bem como uma gestão racional e austera dos meios e recursos disponíveis, de forma a mitigar as limitações impostas pelo contexto orçamental. Observa-se, portanto, a atenção aos aspetos de emprego judicioso dos recursos disponíveis (Paiva, 2023, p. 19).

Deste modo, tem-se que a implementação da IA no EB deverá obedecer à premissa de que será um vetor de multiplicação do Poder de Combate, visando a preparação do Exército da próxima geração, mas que deverá respeitar os limites impostos pelo cenário orçamental. Como aproveitar as possibilidades oferecidas pela IA num cenário desafiador de restrições orçamentais é o grande benefício que a FTer brasileira pode receber deste estudo, o que justifica a sua realização.

O tema abordado tem relevância acentuada por ser atual e notavelmente reconhecido como importante não só pelo EB, mas também pela NATO. A adoção de sistemas que utilizam IA é uma mais-valia que as FA estão a procurar integrar, de modo a potenciar as suas capacidades (NATO, 2024a).

A maximização dos resultados da incorporação da IA na FTer brasileira servirá também de contributo para o desenvolvimento das aplicações de IA no Brasil, que poderão ser concebidas de forma mais específica, com vista a satisfazer às necessidades particulares do EB.



Este trabalho, no âmbito do Curso de Estado-Maior Conjunto 2024/25 (CEMC 24/25), insere-se no domínio científico das Ciências Militares, na área nuclear de investigação das Técnicas e Tecnologias Militares e na subárea de investigação das Tecnologias Militares Emergentes e Disruptivas (Linha de Investigação n.º 219) (Instituto Universitário Militar, 2024).

O presente estudo tem como objeto de investigação a implantação da IA na Força 40 para a ampliação do seu Poder de Combate. O problema a ser solucionado é, portanto, de que forma se pode implantar a IA na Força 40 de modo a maximizar o incremento do Poder de Combate da FTer brasileira?

No que diz respeito ao espaço, a investigação está delimitada ao EB, considerando que a Força 40 está inserida na Instituição “Exército Brasileiro”. O espaço está delimitado no EB por ser a estrutura enquadradora da FTer e que regula a geração do Poder de Combate. Fisicamente, o espaço delimitado é o território do Brasil, onde o EB tem a liberdade e o dever de cumprir as suas missões.

Quanto ao conteúdo, o trabalho foi delimitado à implementação da IA na FTer. As outras tecnologias emergentes e disruptivas ou mesmo sistemas computacionais que utilizam algoritmos, mas sem o uso das tecnologias que caracterizam uma IA, não fazem parte do âmbito desta análise.

Em termos temporais, será analisada a implementação da tecnologia de IA a partir da publicação da aprovação da Diretiva Estratégica de Inteligência Artificial para o Exército Brasileiro, em abril de 2024, não obstante a utilização de IA já se realizar de maneira individual há algum tempo, sobretudo desde 2022, ano em que a *OpenAI* disponibilizou o *ChatGPT* ao grande público gratuitamente. A partir da escalada de relevância do tema, surgiram diversas iniciativas de desenvolvimento de IA no EB, que foram regulamentadas a partir da Diretiva expedida pelo Chefe do Estado-Maior do Exército. A análise parte deste marco temporal até a atualidade.

Neste sentido, o objetivo geral (OG) deste estudo é “analisar a incorporação da IA na Força 40”. Tendo o OG como base e as delimitações mencionadas anteriormente como parâmetros, foram concebidos os seguintes objetivos específicos (OE):

OE 1 – Analisar a geração do Poder de Combate da FTer brasileira; e

OE 2 – Analisar a implementação de IA nas FA de países da NATO

O OE 1 tem a finalidade de esclarecer o entendimento sobre como o Poder de Combate da Força Terrestre do Brasil é gerado e como se prevê que ele pode ser aplicado. Este é um



objetivo importante no trabalho pois espera-se que a incorporação da IA na FTer sirva para amplificar o seu Poder de Combate. A análise da concepção da Força 40, instrumento de ação do EB e que detém o seu Poder de Combate, permite perceber o ambiente em que a IA deverá ser aplicada para maximizar o seu rendimento.

Já o propósito do OE 2 é estabelecer um *benchmarking* com as FA de reconhecida capacidade bélica e que têm sido referência, ao longo dos últimos anos, para a estrutura doutrinária do EB. Perceber como a incorporação da IA tem sido pensada nessas forças estabelecerá um guia para a sua adoção no EB.

A partir do objeto estabelecido, do problema formulado e dos objetivos delimitados, as questões de investigação puderam também ser formuladas, permitindo a correta orientação da pesquisa bibliográfica, a decisão quanto ao desenho da pesquisa, bem como a orientação da direção e do sentido da pesquisa.

Percebeu-se que pode existir uma forma de incorporação da IA na FTer do Brasil que maximize os resultados do investimento. Com vista a alcançar o objetivo geral definido, formulou-se a seguinte Questão Central (QC): “Como a IA pode ser incorporada na Força 40 de modo a maximizar o seu Poder de Combate?”.

Com a questão central (QC) já proposta, foram definidas as seguintes questões derivadas (QD) que irão compor a resposta à QC, com o objetivo atingir o OG e os OE.

QD1 – De que forma é organizada a geração do Poder de Combate da FTer brasileira?

QD2 – Como tem sido feita a implementação da IA nas Forças da NATO?

Este Trabalho de Investigação Individual (TII) encontra-se estruturado em sete capítulos, sendo a presente introdução o primeiro deles. No segundo, é apresentado o enquadramento conceptual, em que se expõe uma revisão da literatura, o estado da arte e os conceitos estruturantes do trabalho. No terceiro apresenta-se o processo metodológico seguido. No quarto capítulo, analisa-se a geração do Poder de Combate da FTer brasileira, respondendo-se à QD1. No quinto capítulo faz-se uma análise sobre a implementação de IA nas FA de países da NATO, que conduz à resposta da QD2. No sexto capítulo as respostas da pesquisa são trabalhadas e discutidas para se analisar o modo de incorporação da IA na Força 40 e, com isso, responder à QC. No último capítulo, as conclusões são estabelecidas fazendo a síntese dos resultados alcançados, enumerando contributos para o conhecimento, bem como limitações da investigação e sugestões para estudos futuros.



2. Enquadramento teórico e conceptual

Neste capítulo, são apresentados os conceitos teóricos e/ou os princípios que sustentam a investigação. Este conteúdo reflete o estado da arte e está aqui reunido de modo a servir de base conceptual para a compreensão do problema, o que facilita a formulação de argumentos e a interpretação dos resultados.

2.1. Força Terrestre Brasileira e a Força 40

O EB é uma instituição nacional permanente e regular do Brasil e que se destina à defesa da Pátria, à garantia dos poderes constitucionais e, por iniciativa de qualquer destes, da lei e da ordem. Além destas missões, a lei brasileira determina que o EB apoie a política externa do país e cumpra atribuições subsidiárias. Para este efeito o Exército deve “preparar a Força Terrestre, mantendo-a em permanente estado de prontidão” (Exército Brasileiro, 2014, pp. 3–3).

A FTer brasileira não é sinónimo de EB. Ela é o instrumento de ação do Comando do Exército, sendo estruturada desde os tempos de paz em Comandos Militares de Área (CMiA) para cumprimento das missões operacionais do EB, conforme se pode perceber na Figura 1. A FTer dispõe de oito CMiA, distribuídos geograficamente pelo território nacional. Em última análise, é a FTer que detém a capacidade bélica da instituição EB (Exército Brasileiro, 2014).

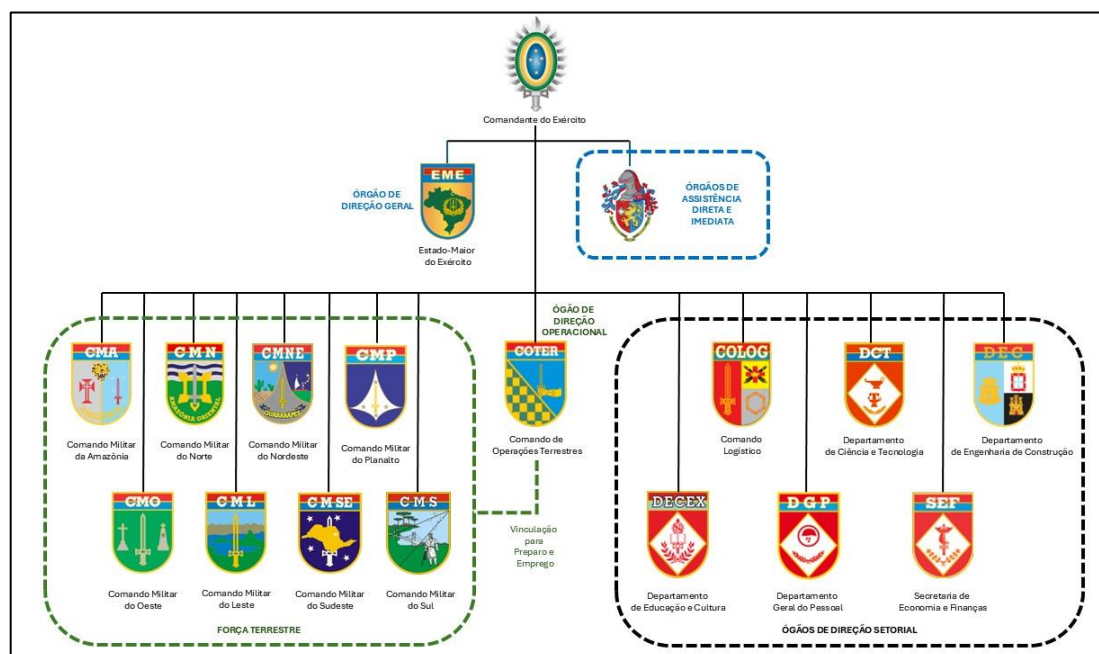


Figura 1 – Estrutura do Exército Brasileiro

Fonte: Adaptado de Exército Brasileiro (2024c)

A diferenciação apresentada é relevante considerando que o presente trabalho pretende tratar da incorporação da IA na FTer, ou seja, aumentar a capacidade de combate do Exército.



No entanto, assim como diversas outras tecnologias, a IA possui um duplo uso, sendo “uma mais-valia para todos os intervenientes” (Imperial, 2019, p. 158). É de esperar que o aumento da capacidade operacional da FTer graças à utilização de IA proporcione benefícios passíveis de serem aplicados na Instituição Exército Brasileiro como um todo.

No sentido de preparar a FTer para o cumprimento das suas missões, o EB visualiza como eventos futuros com implicações no sector de defesa, o aumento da dependência tecnológica em todos os segmentos e o incremento de tecnologias disruptivas aplicadas ao campo militar. A partir desta constatação são percebidas oportunidades entre as quais pode-se citar o incremento de capacidades militares de defesa e a recuperação da capacidade operacional da FTer. O aumento dos níveis de automação já é visto como uma condicionante do ambiente operacional futuro (Exército Brasileiro, 2023).

A instituição, a partir da visualização de desafios e da conformação do ambiente operacional futuro, percebe a necessidade de implementar um contínuo processo de preparação e adaptação. A Conceção de Transformação do EB definiu o período de 2024 a 2039 como horizonte temporal para o estabelecimento de uma FTer de próxima geração, a qual designa por “Força 40¹” (Exército Brasileiro, 2024a). A IA é vista, neste contexto, como uma tecnologia a ser assimilada para proporcionar ganhos operacionais à FTer.

2.2. Inteligência Artificial

Embora seja atualmente uma das áreas do conhecimento com crescimento mais acelerado, o estudo aprofundado da IA teve início no período pós-Segunda Guerra Mundial, com os trabalhos de Alan Turing, no qual ele indagava se seria possível que as máquinas pensassem. Ele propôs o famoso “teste de Turing” em que um interrogador humano tentaria distinguir entre uma resposta de texto de um ser humano e de um computador. A máquina passaria no teste se o interrogador não pudesse distinguir a origem da resposta, se esta tivesse sido dada por um humano ou por uma máquina (Turing, 1950).

Ao longo do tempo, a definição de IA seguiu quatro linhas de pensamento: *i)* – Sistemas que pensam como seres humanos; *ii)* – Sistemas que atuam como seres humanos; *iii)* – Sistemas que pensam racionalmente; e *iv)* – Sistemas que atuam racionalmente. É possível perceber que as linhas *i* e *ii* referem-se ao processo de pensamento e raciocínio, medindo o sucesso da IA em termos de fidelidade ao desempenho humano. Já as linhas *iii* e *iv* estão mais ligadas ao comportamento, definindo o sucesso da IA quando comparado com um conceito de inteligência (Russell & Norvig, 2003). A definição de

¹ A “Força Terrestre Brasileira de Próxima Geração” passa a ser designada neste trabalho de “Força 40”.



Turing, por exemplo, ter-se-ia enquadrado na categoria de "sistemas que atuam como humanos".

A definição de IA, todavia, tem vindo a ser modificada ao longo do tempo, fruto do próprio desenvolvimento da tecnologia que vai adquirindo novas dinâmicas. A *Organisation for Economic Co-operation and Development*² (OECD) tem-se debruçado sobre o tema e recentemente atualizou a sua definição de IA. Segundo a organização, um sistema de IA é:

[...] um sistema baseado em máquina que, para objetivos explícitos ou implícitos, a partir dos dados que recebe, infere como gerar saídas como previsões, conteúdo, recomendações ou decisões que podem influenciar ambientes físicos ou virtuais. Diferentes sistemas de IA variam em seus níveis de autonomia e adaptabilidade após a implantação. (OECD, 2024, p. 6)

O EB define IA de forma semelhante à OECD, mas de forma mais aplicada ao seu contexto. Segundo o EB, IA é:

[...] um sistema de processamento computacional de informações e conhecimentos que pode, para um determinado conjunto de objetivos definidos e de acordo com os níveis de autonomia determinados pelo Exército Brasileiro, fazer previsões, indicar recomendações ou tomar decisões que influenciem ambientes reais ou virtuais. (Exército Brasileiro, 2024b, p. 5)

No caso da NATO (2024b), a IA é classificada pela como uma tecnologia emergente e disruptiva que está a mudar o mundo e a forma como a Aliança opera. Ela é uma das nove áreas tecnológicas prioritárias, nas quais o Departamento de Inovação da NATO centra as suas ações.

Para a Aliança, a IA está a tornar-se numa tecnologia de uso geral, com diferentes riscos, atores e níveis de complexidade. A atual estratégia da NATO para IA tem os seguintes objetivos: *i)* Fornecer uma base para a NATO e os seus aliados liderarem pelo exemplo e incentivar o desenvolvimento e uso da IA de forma responsável para a defesa e segurança; *ii)* Acelerar e integrar a adoção de IA no desenvolvimento e entrega de capacidades, melhorando a interoperabilidade como um elemento chave dentro da Aliança, incluindo os casos de uso de IA; *iii)* Proteger e monitorizar as tecnologias de IA da Aliança, gerir os seus riscos e proteger a capacidade de inovação, abordando considerações de política de

² A OECD é uma organização internacional que reúne 38 países, com o objetivo de promover o desenvolvimento econômico, social e ambiental, além de fomentar a boa governança



segurança tais como a política de uso responsável; e iv) Identificar e proteger-se contra as ameaças provenientes do uso de IA por adversários (NATO, 2024a, par. 5).

Neste quadro, verifica-se como as instituições citadas consideram que o desenvolvimento e a utilização da IA podem contribuir para que as organizações alcancem os seus objetivos de forma mais eficaz.

2.2.1. Características da Inteligência Artificial

Para compreender como a IA pode ser aplicada ao ambiente militar, torna-se necessário entender o funcionamento básico da tecnologia de modo a extrair o máximo da sua potencialidade.

As IA têm sido classificadas em três grupos: IA limitada, que tem como único objetivo realizar as atividades para as quais ela foi programada, sendo capaz de realizar funções específicas e resolver problemas pré-determinados; a IA geral, que é um tipo de sistema ainda em desenvolvimento, sendo concebido para emular capacidades cognitivas e resolver problemas para os quais ela não foi especificamente programada, o que sugere que ela teria a capacidade de realizar qualquer tarefa que um ser humano é capaz de realizar; e o último grupo, que é o da super IA, existente apenas no campo teórico e que se refere a um sistema possuidor de poderes sobre-humanos em qualquer área do conhecimento, incluindo criatividade e competências sociais (Goertzel, 2014; López de Mántaras, 2019).

Uma das bases para sistemas inteligentes é o conceito de *machine learning* ou aprendizagem automática. Uma das definições mais aceitas sobre o tema foi dada por Tom Mitchel: “Um programa de computador **aprende** com a experiência ‘E’ relativamente a uma certa classe de tarefas ‘T’ e medida de performance ‘P’, se a sua performance em tarefas ‘T’, medidas por ‘P’, melhora com a experiência ‘E’” (T. M. Mitchell, 2013, p. 2 grifo do autor).

O *machine learning* automatiza a construção de modelos analíticos, dado que as IA aprendem automaticamente a partir de grandes volumes de dados, possibilitando que sistemas possam reconhecer padrões, tomar decisões fundamentadas e aperfeiçoar-se com pouca intervenção humana. Por conseguinte, a base de dados de uma IA precisa ser grande, além de ser alimentada de forma ininterrupta para que ela consiga desenvolver-se (Ludermir, 2021).

Outro conceito muito importante quando se trata de IA é o *deep learning* ou aprendizagem profunda. É o *deep learning* que permite que modelos computacionais compostos por múltiplas camadas de processamento captem representações de dados com múltiplos níveis de abstração (LeCun, Bengio, & Hinton, 2015).



Graças ao *deep learning*, a capacidade das IA foi ampliada e a tecnologia passou a ser aplicada em vários domínios da ciência, dos negócios e dos governos. Uma das áreas onde o *deep learning* produziu resultados extremamente promissores foi no processamento de linguagem natural (PLN), particularmente na classificação de tópicos, análise de sentimentos e respostas a perguntas (LeCun et al., 2015).

O grande salto qualitativo das IA ocorreu a partir da ampliação do uso do PLN. Isto fez com que a interação das IA com o público em geral se tornasse mais natural. O PLN é um ramo da computação que tem como objetivo extrair representações e significados mais completos de textos livres escritos em linguagem natural, diferindo da linguagem computacional ou de programação (Barbosa et al., 2017).

O PLN é uma área interdisciplinar que provém da junção da ciência da computação com a linguística computacional e que visa preencher a lacuna existente entre a comunicação natural dos humanos e a capacidade de processamento das máquinas. É graças ao PLN que foram desenvolvidos tradutores automáticos, assistentes virtuais, sumarizadores, sistemas de recomendação, sistemas de recuperação de informações, entre outros. Em virtude da quantidade de dados não estruturados que são gerados todos os dias, esta automação torna-se imprescindível para uma análise de texto e fala efetiva (Nunes & Caseli, 2024).

É neste contexto que também surge o *Large Language Model* (LLM) que “é um tipo de modelo de linguagem de alta capacidade que utiliza algoritmos avançados de PLN para entender e gerar texto”. Para que possam aprender a prever a próxima palavra numa frase, esses modelos são treinados em grandes quantidades de dados textuais, “permitindo que gerem respostas coerentes e relevantes às entradas do usuário” (Souza, 2023, par. 3). Um dos LLM mais conhecidos é o *Generative Pre-trained Transformer* (GPT), que dá nome ao famoso *ChatGPT*, da empresa OpenAI.

Há, no entanto, preocupações no que diz respeito à reprodução de vieses por parte das IA devido a vício nos dados utilizados para o treinamento da tecnologia. Outro fator de atenção são as designadas alucinações, nome dado à geração de informações incorretas por parte de uma IA. Um utilizador que toma um dado incorreto produzido por uma IA para a tomada de decisão pode ter de lidar com consequências severas consoante o contexto (Brown et al., 2020).

O entendimento do funcionamento da IA é importante para compreender a dificuldade de desenvolver esse tipo de tecnologia. Ainda que haja farta literatura sobre os modelos computacionais utilizados para o desenvolvimento de uma IA, a efetivação de uma



tecnologia deste porte requer conhecimento específico, *hardware* adequado e grande quantidade de dados disponíveis para possibilitar a aprendizagem automática eficaz.

2.2.2. A IA no ambiente de *big data*

Atualmente, uma vasta quantidade de dados é produzida diariamente no mundo e a análise destes dados é uma necessidade importante. *Terabytes*, ou *petabytes*, são gerados todos os dias nas redes de computadores, na *Internet* e em vários dispositivos de armazenamento de dados (Han, Kamber, & Pei, 2012, p. 2).

As mais recentes tendências tecnológicas, como dispositivos e máquinas conectados à *Internet*, dispositivos vestíveis e a aplicação universal de sensores, assim como o conteúdo online gerado pelos utilizadores, são os impulsionadores de uma vasta quantidade de dados em constante crescimento. Referindo-se aos grandes volumes de dados diversos e às novas práticas de informação associadas que se tornaram disponíveis para as instituições, a análise de *big data* tornou-se um tópico importante entre profissionais, decisores políticos e cientistas (Niebel, Rasel, & Viete, 2019).

Big data é um conceito que “caracteriza volumosos conjuntos de dados heterogêneos, os quais não são passíveis de processamento por soluções computacionais tradicionais, considerando o seu dinamismo e a sua complexidade”. Este ambiente é caracterizado pelo grande volume de dados, pela alta velocidade com que os dados são gerados e pelas variadas fontes que produzem esses dados. Acrescentam-se ainda as questões relativas à veracidade duvidosa dos dados, a variabilidade e o valor dos dados obtidos (Rautenberg & Carmo, 2019, p. 57).

O ambiente de *big data* é também percebido no sector da defesa. A área da inteligência militar tem estabelecido o princípio de que todo soldado é um sensor, fazendo com que o máximo de dados possam ser recolhidos no ambiente a fim de gerar informações e conhecimentos relevantes e oportunos (Kimmons, 2006, p. 69).

Os dados recolhidos necessitam, portanto, de ser tratados para orientar a tomada de decisões. A tecnologia de *data lake* tem sido utilizada para lidar com os dados gerados, que são, na sua maioria, não estruturados. Um *data lake* é um repositório flexível e escalável que armazena dados brutos em formatos variados. Trata-se de um ambiente integrado em que a ingestão de dados, o armazenamento, o processamento e a orquestração são feitos de maneira otimizada (Vilaça, 2022).

As IA são tecnologias que estão a ser utilizadas para otimizar o processamento e a análise dos dados existentes num *data lake*. A capacidade de transcrição de áudios, a



identificação de objetos, a sumarização de textos e a extração de dados são exemplos de atributos que uma IA deve possuir para possibilitar a análise de uma quantidade avassaladora de informações.

2.3. Modelo de Análise

Após a revisão da literatura, elaborou-se o modelo de análise constante no Apêndice A, onde são apresentados os conceitos e dimensões que estruturaram a realização do presente trabalho.



3. Metodologia e Método

A metodologia empregada no estudo segue as orientações dos Coronéis Lúcio Santos e Joaquim Lima, bem como as Normas de Execução Permanentes (NEP) de Investigação (INV) do Instituto Universitário Militar (IUM), particularmente as que se referem à elaboração dos trabalhos de investigação (NEP/INV – 001, 2024) e de estruturação, regras de citação e referenciação de trabalhos escritos do IUM (NEP/INV – 003, 2020).

3.1. Metodologia

A abordagem metodológica formulada seguiu a concepção da “cebola do conhecimento”, proposta por Santos e Lima (2019). Este método conduz com ortodoxia o percurso a ser seguido, garantindo a consideração de todos os elementos essenciais, incluindo a determinação das posições filosóficas, do raciocínio, das estratégias de investigação, do desenho da investigação e, por último, do horizonte temporal.

No que diz respeito à filosofia, o trabalho adotou o conceito epistemológico interpretativo, visto que a principal ação a ser tomada pelo investigador é “não só verificar os fenómenos, mas também compreender os significados subjetivos desses mesmos fenómenos sociais e perceber como a realidade (subjetiva e socialmente construída) molda e é moldada pelos comportamentos e ações dos atores sociais que nela intervêm” (Santos & Lima, 2019, p. 18).

Alinhado com a filosofia traçada para a investigação, o raciocínio conduzido foi o dedutivo, que parte do geral para o particular. Este tipo de raciocínio revelou-se o mais adequado pois a investigação procurou compreender como tem sido realizada a aplicação da IA noutros contextos e, a partir do estudo da realidade da FTer brasileira, procurou-se analisar a melhor maneira de aplicar a tecnologia no contexto particular brasileiro de modo a ter o máximo de efetividade. De semelhante modo, foi utilizado o pensamento crítico que avalia o problema com profundidade e de múltiplas formas, para que, através da observação de factos e da associação de ideias, conclusões sólidas fossem formuladas.

Sobre a estratégia de investigação, foi utilizada uma estratégia mista, procurando obter as vantagens da estratégia quantitativa, ao tentar explicar a realidade de forma mais objetiva, e, ao mesmo tempo, tratar esses dados de forma mais qualitativa de modo a perceber uma parte da realidade que não pode ser traduzido em números. No desenvolvimento da Arte da Guerra, apoiado contumazmente nas Ciências Militares, existe uma dificuldade inerente em parametrizar variáveis de modo a quantificá-las. Este estudo, no entanto, procurou medir o quanto o investimento da aplicação de IA em um determinado elemento do Poder de



Combate poderá contribuir diretamente para o aumento do Poder de Combate e também gerar reflexos positivos nos outros elementos, por meio da realização de uma matriz de impacto cruzado. Esta análise foi feita com base na opinião de especialistas, que carregam consigo a subjetividade do seu entendimento. Além disso, os dados obtidos foram submetidos a uma interpretação e atribuição de significado.

O estudo de caso revelou-se o desenho mais adequado a ser utilizado, já que o trabalho procurou, como afirma Santos e Lima (2019), “recolher informação detalhada sobre uma única unidade de estudo”, a saber: a incorporação da IA na FTer de próxima geração do Brasil.

Por fim, efetuou-se uma abordagem transversal do horizonte temporal. A pesquisa tomou por base o atual estado de desenvolvimento da IA, bem como, as medidas tomadas na atualidade para incrementar o Poder de Combate da FTer brasileira até 2040. Este tipo de abordagem procurou perceber as variáveis num determinado instante de tempo, contribuindo para a identificação de padrões e dedução de conclusões (Santos & Lima, 2019, p. 33).

3.2. Método

Para chegar às conclusões, utilizaram-se como instrumentos de pesquisa e recolha de dados a análise documental e o questionário.

A análise documental foi dirigida principalmente à parte qualitativa da estratégia de investigação. Valendo-se fundamentalmente de fontes primárias e secundárias, a pesquisa possibilitou o entendimento correto do funcionamento da IA, de como ela tem sido incorporada em FA de referência e como o Poder de Combate do EB é construído.

O questionário foi vocacionado para a parte quantitativa da pesquisa. Ele serviu para verificar, a partir da opinião de oficiais do Exército Brasileiro, como a implementação da IA na FTer poderia maximizar os seus efeitos. Foram realizadas perguntas objetivas a fim de compreender, de maneira mais parametrizada, o quanto o investimento em IA em determinada Função de Combate (FCmb) ou elemento do Poder de Combate teria influência na melhoria de outra função ou elemento e no Poder de Combate como um todo.

Este questionário permitiu alimentar uma matriz de impacto cruzado que possibilitou verificar como os elementos do Poder de Combate interagem entre si a partir de uma “perturbação no sistema” causada pela implementação da IA. Os participantes do estudo foram oficiais do EB integrantes do Quadro de Estado-Maior da Ativa (QEMA) e que tinham conhecimento no tema da IA. Ao inquirir os oficiais do QEMA, partiu-se da premissa que a população possui conhecimento adequado sobre o Poder de Combate e como ele é composto



a partir das seis FCmb e dos elementos Liderança e Informações, além de como ele pode ser aplicado na realidade do Brasil. Um teste do questionário foi realizado para garantir o correto entendimento das perguntas pelos participantes e o Apêndice B apresenta o questionário que foi aplicado durante a pesquisa.

A amostra da investigação foi composta por 224 oficiais, pertencentes a um universo de cerca de 1540 oficiais do QEMA. A seleção dos participantes seguiu uma abordagem não probabilística por julgamento, de modo que todas as especialidades da Linha de Ensino Militar Bélica fossem representadas proporcionalmente, garantindo que as especialidades dos participantes não gerassem um viés na pesquisa.

Embora esta estratégia não seja a mais adequada para a generalização estatística formal dos resultados para toda a população, ela é amplamente aceita em estudos que envolvem públicos qualificados e específicos, como é o caso. Ainda assim, com base em parâmetros estatísticos de referência (margem de erro de 5% e proporção estimada de 50%), o tamanho da amostra adotado corresponderia, numa amostragem probabilística, a um nível de confiança aproximado de 89,07%. Este dado é apresentado como indicador teórico da robustez da amostra, servindo igualmente de suporte à validade dos achados dentro do escopo da pesquisa.

Os resultados obtidos por meio da plataforma *Google Forms* passaram por uma análise de forma a permitir uma avaliação crítica e interpretativa. Os dados foram tratados no Microsoft Excel de modo a gerar gráficos que facilitassem o entendimento. Estes resultados foram discutidos para que se chegasse a conclusões e eventuais implicações.



4. O Poder de Combate do Exército Brasileiro

A Publicação Doutrinária do Exército dos Estados Unidos da América (EUA), ADP 3-0 (2019, pp. 5–1) define Poder de Combate como sendo “o total de meios destrutivos, construtivos e capacidades de informação que uma unidade ou formação militar pode aplicar num determinado momento”. Esta definição é, de certa forma, adotada pelas FA Aliadas e em países influenciados pela doutrina da NATO. Os aliados definem Poder de Combate como “Os meios totais de força destrutiva e/ou disruptiva que uma unidade/formação militar podem aplicar contra o oponente em um determinado momento” (NATO, 2021a, p. 28).

No caso do EB, o Poder de Combate é definido como:

[...] a capacidade global de uma organização para desenvolver o combate, a qual resulta da combinação de fatores mensuráveis e não mensuráveis que intervêm nas operações, considerando-se a tropa com seus meios, valor moral, nível de eficiência operacional atingido e o valor profissional do comandante. (Exército Brasileiro, 2018, p. 288)

Este Poder de Combate possui elementos que representam a essência das capacidades que a FTer emprega em “situações de guerra ou de não guerra”. Estes elementos são a Liderança, as Informações e as FCmb Comando e Controle, Movimento e Manobra, Inteligência, Fogos, Logística e Proteção³ (Exército Brasileiro, 2022, pp. 5–4).

O Poder de Combate pode ser entendido, então, como função de seus elementos. A Figura 2 ilustra a visão do EB a respeito de como o Poder de Combate é aplicado sobre uma ameaça.



Figura 2 – Elementos do Poder de Combate

Fonte: Exército Brasileiro (2022, pp. 5–5)

³ No Exército Português a FCmb Inteligência é chamada Informações, a FCmb Logística é chamada Sustentação, a FCmb Comando e Controle guarda semelhanças com o Comando Missão e o elemento Informações é referido como Informação.



As seis FCmb são entendidas como um “conjunto de atividades, tarefas e sistemas (pessoas, organizações, informações e processos) afins, integrados para uma finalidade comum, que orientam o preparo e o emprego dos meios no cumprimento de suas missões” (Exército Brasileiro, 2018, p. 169). As FCmb funcionam, portanto, como aglutinadoras de capacidades que permitem que objetivos sejam alcançados.

4.1. A concepção da Força 40

O cenário global atual é caracterizado por mudanças que afetam o carácter da guerra e exigem que FA se transformem a fim de se tornarem aptas a contraporem-se aos desafios atuais e futuros. O Estado-Maior do Exército (EME) é o órgão da estrutura regimental do EB responsável por coordenar o processo de transformação da Força com o objetivo de alcançar novas capacidades e desenvolver novas competências para construir uma Força organizada, articulada e preparada para cumprir as suas missões na complexidade deste novo espaço de batalha (Exército Brasileiro, 2024a).

A Força 40, resultante do processo de transformação da FTer, está alicerçada numa concepção estratégica voltada para 2040, bem como em novas capacidades, em nova doutrina e no pessoal. Deste modo, a concepção da Força 40 organiza-se em função das Diretrizes Estratégicas de Transformação (DET), decorrentes da análise dos Problemas Militares Operacionais, que são lacunas de capacidades ou defasagem no emprego da FTer “para realizar suas funções e cumprir suas missões em um determinado ambiente operacional ou contexto atual ou futuro” (Exército Brasileiro, 2024a, p. 7).

Dentre as DET relacionadas com as capacidades, procura-se dar prioridade às temáticas que tenham como foco algumas áreas, dentre as quais a IA e as ferramentas computacionais de análise preditiva e *big data*. Elas são ações que têm por objetivo aumentar as capacidades da FTer, de modo a permitir a geração de um maior Poder de Combate (Exército Brasileiro, 2024a, pp. 37 e 38).

4.2. A geração do Poder de Combate

O objetivo de um comandante é gerar um Poder de Combate avassalador num ponto decisivo para cumprir a missão ao menor custo (Department of the Army, 2022, pp. 5–25).

A doutrina brasileira, por sua vez, afirma que não se pode calcular um Poder de Combate absoluto, mas sim, avaliá-lo de forma relativa, atribuindo-lhe um significado quando comparado com o de um oponente (Ministério da Defesa, 2015, p. 211).

Existe, no entanto, sempre uma tentativa de se quantificar este Poder de Combate. Na sua forma relativa, o processo de planeamento militar por meio do trabalho de Estado-Maior



normalmente envolve uma etapa de avaliação do poder relativo de combate dos oponentes em que se procura traduzir em números a força de cada um (Department of the Army, 2022, pp. 5–25).

Em termos absolutos, há estudos que buscam chegar a uma fórmula que ilustre o Poder de Combate, pelo menos de forma a entendê-lo melhor e a fim de gerar novas formas de pensamento. Thomas Ryan (2022), do Exército dos EUA, propôs uma fórmula para relacionar o Poder de Combate com as FCmb e os demais elementos, conforme a Figura 3.

$$f(\text{Combat Power}) = \left(\frac{\text{Intelligence} \times (\text{Fires} + \text{Maneuver} + \text{Protection} + \text{Sustainment})}{\text{Command \& Control}} \right)^{\text{Information}}$$

Figura 3 – Representação matemática dos elementos do Poder de Combate

Fonte: Ryan (2022, p. 63)

Uma questão a ser colocada sobre esta representação é a hipervalorização da Inteligência e do Comando e Controlo, que possuem fator multiplicativo, e, ainda mais das Informações, como fator exponencial. O elemento Informações acaba por dominar o sistema e outros fatores como a Proteção e a Logística também poderiam ser entendidos como multiplicadores.

Partindo-se da ideia da representação matemática de Ryan e de acordo com a doutrina brasileira, o Poder de Combate pode ser representado como função da combinação dos oito elementos, como ilustra a Figura 4.

$$PC = CC + Int + MM + F + Log + P + Lid + inf$$

Em que PC = Poder de Combate; CC = Comando e Controlo; Int = Inteligência; MM = Movimento e Manobra; F = Fogos; Log = Logística; P = Proteção; Lid = Liderança; e Inf = Informação

Figura 4 – Representação matemática da junção dos elementos do Poder de Combate

De forma geral, verifica-se que o conjunto dos elementos do Poder de Combate determina uma resultante que será aplicada contra uma ameaça. Assim, é plausível supor que uma variação positiva na força de qualquer dos elementos, provocará um aumento no Poder de Combate da força no seu todo, conforme apresentado na Figura 5:

$$\Delta_{PC} = \Delta_{CC} + \Delta_{Int} + \Delta_{MM} + \Delta_F + \Delta_{Log} + \Delta_P + \Delta_{Lid} + \Delta_{Inf}$$

Em que PC = Poder de Combate; CC = Comando e Controlo; Int = Inteligência; MM = Movimento e Manobra; F = Fogos; Log = Logística; P = Proteção; Lid = Liderança; e Inf = Informação

Figura 5 – Representação matemática da variação do Poder de Combate



É lícito supor que a implementação de determinada tecnologia numa força irá provocar uma variação positiva na capacidade de determinado elemento. Essa variação acarretará uma perturbação no sistema como um todo que, possivelmente, resultará num aumento do Poder de Combate global.

A dúvida na resultante surge devido à possibilidade do investimento realizado num elemento, *coeteris paribus*, reduzir a capacidade de outros, diminuindo o resultado geral. Como exemplo, pode-se pensar na aquisição de helicópteros de transporte. É evidente que o investimento aumentará a capacidade da FCmb Movimento e Manobra, esperando-se uma consequente melhoria no Poder de Combate. É preciso, no entanto, avaliar os impactos deste investimento nos outros elementos. A presença dos helicópteros poderá sobrecarregar os sistemas logísticos e de comando e controlo, o que acarretará uma possível diminuição do Poder de Combate. Urge, portanto, que o investimento em Movimento e Manobra deste exemplo seja acompanhado de melhorias no Comando e Controlo e na Logística.

O poder relativo de combate que uma força militar pode gerar contra um inimigo é limitado pela capacidade de uma Nação de planejar, ter acesso e implantar forças e materiais nos pontos de aplicação (Department of the Army, 2019, p. III–48). O desenvolvimento das FCmb, almejado pelo EB, é limitado pela capacidade orçamental do Brasil.

A ideia de racionalização da Força tem sido disseminada no âmbito do EB. Na sua diretiva, o Comandante do Exército orienta a Força no sentido do emprego judicioso dos recursos do Exército (Paiva, 2023, p. 31).

É com este norteammento que a própria conceção da Força 40 considera como fator crítico de sucesso a sensibilização do Poder Político, o compromisso da alta Administração e dos gestores em todos os níveis, assim como a existência de um orçamento adequado com alocação dos recursos para a implementação das iniciativas estratégicas (Exército Brasileiro, 2024a).

4.3. Síntese conclusiva e resposta à QD 1

Do que foi discutido e procurando responder à QD1 “De que forma é organizada a geração do Poder de Combate da FTer brasileira?” verifica-se que esse Poder de Combate da FTer é função das capacidades que são aglutinadas nas FCmb e nos elementos Informações e Liderança. É a partir da junção dos oito elementos que se constitui a força a ser aplicada contra o inimigo a fim de superá-lo por meio do combate.

A FTer é a entidade do EB detentora do Poder de Combate e que a Instituição Exército Brasileiro é responsável por manter a FTer apta a cumprir as suas missões, ou seja,



possuidora de um Poder de Combate suficientemente forte para assegurar a defesa da Pátria e as suas demais missões.

Face aos atuais desafios, o EB tem procurado transformar a FTer de modo a torná-la mais apta a suplantar os obstáculos contemporâneos. Neste sentido, a geração do Poder de Combate passa pela aquisição de novas capacidades a serem incorporadas aos seus elementos. A partir da melhoria de uma FCmb ou de um elemento, é esperado que haja um aumento do Poder de Combate como um todo.

Por último, a limitação orçamental obriga que o investimento em novas capacidades seja feito de forma judiciosa, procurando obter o máximo aumento do Poder de Combate com o mínimo de recursos empregues.



5. A implantação da IA para o aumento do Poder de Combate

O avanço tecnológico tem sido um dos pilares da superioridade militar (Gabriele Rizzo, 2019, p. 57). O potencial de aplicação da IA nas Forças Armadas é vasto, prometendo avanços significativos na tomada de decisões, na autonomização de sistemas e na redefinição do papel dos soldados no campo de batalha. Contudo, o processo de incorporação efetiva da IA nas estruturas militares permanece um desafio complexo e multifacetado (Clement, 2024).

5.1. A experiência da NATO

Ao analisar o ambiente estratégico atual, a NATO percebe que tecnologias emergentes e disruptivas estão a alterar as características dos conflitos, adquirindo importância estratégica e se tornando arenas chave na competição global (NATO, 2022a, p. 5). A IA é uma dessas tecnologias, e os aliados concordam em promover a inovação e o aumento dos investimentos nessas tecnologias para manter a liderança em termos de capacidades da NATO (NATO, 2024b).

Para a implementação do conceito de *Multi-Domain Operations* (MDO)⁴ a NATO entende que os dados, a vantagem tecnológica, o comando e controlo, a gestão dos recursos humanos e o treino coletivo são facilitadores do processo. Dessa maneira, a IA é considerada uma “prioridade de investimento devido ao seu potencial para revolucionar o processo de inteligência, vigilância e reconhecimento no multidomínio” (North Atlantic Council, 2023, p. 19).

Isto deve-se ao facto de que, atualmente, as IA baseadas em LLM podem assumir uma série de tarefas militares ou relacionadas com a defesa que anteriormente exigiam acesso a modelos desenvolvidos para um propósito específico. Essas tarefas incluem a sumarização de dados de inteligência, identificação e seleção de alvos, suporte a decisões, rotulagem de imagens geoespaciais, automação de capacidades cibernéticas e até mesmo integração em sistemas de comando e controlo nuclear (Shoker, et al, 2024).

Nesse sentido, a Aliança criou o *NATO’s Data and AI Review Board* (DARB), como ponto focal dos seus esforços de gestão do desenvolvimento e da utilização de IA. Seu principal objetivo é garantir que as aplicações de IA que a NATO e os aliados desenvolvem e consideram para implementação estão em conformidade com seis Princípios de Utilização

⁴ Entendido como a orquestração das atividades militares por todos os domínios e ambientes, sincronizadas com atividades não militares, para capacitar a Aliança a criar efeitos convergentes numa velocidade relevante (North Atlantic Council, 2023, p. 9).



Responsável (PUR): legalidade; responsabilidade e prestação de contas; explicabilidade e rastreabilidade; fiabilidade; governabilidade; e mitigação de preconceitos. (NATO, 2022b).

Como forma de apoiar a missão do DARB, foi realizado um estudo do *NATO Industrial Advisory Group* (NIAG) para a definição de protocolos e padrões destinados a certificar a aplicação da IA na NATO. Seis casos de utilização foram considerados para orientar o estudo em virtude da sua importância: mobilidade militar; análise de imagens; análise de ameaças cibernéticas; avaliação do ambiente de informação; tomada de decisão assistida; e análise climática (NIAG Study Group 279, 2023).

O Estudo identificou a relação existente entre esses casos de utilização de IA no contexto militar e as funcionalidades tecnológicas requeridas nesse processo, conforme o Quadro 1. A maior quantidade de “X” indica uma maior utilização de funcionalidades de IA dentro do caso de utilização associado.

Quadro 1 – Mapa das funcionalidades de IA e casos de utilização

	Mobilidade Militar	Análise de Imagens	Análise de ameaça cibernética	Avaliação de informação do ambiente	Tomada de decisão assistida	Análise climática
Processamento de Linguagem Natural			X	XX	XX	X
Visão Computacional	X	XX		X	X	
Deteção de anomalia				XX	XX	
Reconhecimento de fala	X	X	XX	X	X	X
Algoritmos baseados em gráficos	XX		XX	X	XX	
Análise de série temporal e previsões	X		X	XX	X	XX
Algoritmos de otimização	XX				XX	XX
Algoritmos generativos				XX	XX	
Agentes Inteligentes	XX		X	X	X	
Mineração de dados	X	X	X	X	X	X

Fonte: Adaptado de NIAG Study Group 279 (2023, p. 12)

Percebe-se como a avaliação de informação do ambiente e a tomada de decisão assistida são os casos de utilização em que mais tecnologias de IA estão associadas, o que torna o processo de desenvolvimento efetivo de IA para esses casos mais desafiante. Além disso, verifica-se que o reconhecimento de fala e a mineração de dados são funcionalidades



que estão presentes em todos os casos de uso, indicando que estas são funcionalidades com maior potencial de retorno.

A NATO reconhece que o desenvolvimento deste tipo de tecnologia tem sido, em grande parte, liderado por pequenas empresas e por isso, a Aliança investiu num fundo de capital de risco dotado de mil milhões de euros. O *NATO Innovation Fund* (NIF) procura atrair *startups* inovadoras, dando-lhes acesso a locais de teste e fornecendo financiamento, que se entende como crucial para superar as dificuldades iniciais que levam muitas empresas à falência antes da comercialização dos seus produtos (Clement, 2024, p. 6).

Em junho de 2024, o NIF anunciou os seus primeiros investimentos, entre os quais se destaca o apoio à empresa *Fractile*, especializada em IA. Esta empresa está a desenvolver tecnologias de computação inovadoras, com o objetivo de potenciar as capacidades coletivas de IA, permitindo que as redes neuronais mais avançadas da atualidade, e do futuro, operem de forma mais rápida, eficiente e sustentável (NIF, 2024, par. 9).

Para além do NIF, outra iniciativa da NATO com o objetivo de acelerar a adoção de IA nos exércitos dos países membros é o *Defence Innovation Accelerator for the North Atlantic* (DIANA). O Acelerador trabalha com governos, indústria e academia para apoiar o desenvolvimento de tecnologias emergentes na América e na Europa. Ele fornece aos inovadores acesso a uma rede profissional que os apoia no desenvolvimento dos projetos de forma personalizada (Atkinson, 2024, p. 106).

No seu novo programa acelerador DIANA estabeleceu cinco novos desafios: energia e força; segurança de dados e informações; deteção e vigilância; saúde humana e desempenho; e infraestruturas crítica e logística, mencionando a IA em todos eles (DIANA, 2024). As *startups* selecionadas recebem financiamento e assistência para adaptar as suas ideias ao uso comercial. No desafio anterior, os recursos investidos ascenderam a 300 mil euros (NATO, 2024c).

Percebe-se que o financiamento de iniciativas tem sido uma das estratégias da NATO para impulsionar o desenvolvimento de IA. Por ser uma tecnologia de duplo uso, a IA desenvolvida para aplicações civis pode ser aproveitada ou adaptada para utilização militar.

5.2. Casos de utilização de IA nas Forças Armadas

Algumas iniciativas já podem ser observadas no que diz respeito à implementação de IA nas FA. No domínio cibernético tem-se procurado desenvolver a capacidade de proteção contra ameaças avançadas no âmbito de um sistema de defesa ativa. Para se contrapor à ameaça cibernética a NATO tem vindo a desenvolver um *Autonomous Intelligent Cyber-*



defense Agent (AICA), cuja arquitetura já vem sendo trabalhada desde 2018 (Kott et al., 2018).

Os AICA estão a ser incorporados nos *Intrusion Detection Systems* (IDS) e nos *Intrusion Response Systems* (IRS), ferramentas de proteção cibernética que atuam com o objetivo de identificar e mitigar ameaças presentes nas redes de computadores. Com a IA, os IDS e IRS podem analisar dados em tempo real, identificar padrões complexos de ataques e reduzir falsos positivos, permitindo uma resposta mais ágil e precisa (Theron et al., 2018).

Um caso de sucesso da implementação da IA no domínio marítimo é a *Task Force 59* (TF-59), da Marinha dos EUA. Lançada em 2021, a primeira Força-Tarefa deste tipo foi formada para ajudar a Marinha norte-americana a integrar melhor os sistemas não tripulados e a IA. Os trabalhos seguem no sentido de reforçar a consciência situacional do domínio marítimo da força e aprimorar as suas capacidades de dissuasão à medida que os conflitos evoluem e se tornam mais digitais (Vincent, 2023).

Mais do que veículos não tripulados, a TF-59 tem procurado implementar soluções de IA para processar dados em tempo real, melhorando a capacidade de detecção de ameaças, identificação de alvos e coordenação de respostas automáticas. A força utiliza sistemas de IA para analisar imagens de *Unmanned Aerial Vehicles* (UAV), detetar navios suspeitos e prever padrões de movimentação no oceano. A TF-59 faz parte da 5ª Frota da Marinha dos EUA e opera maioritariamente em torno da Península Arábica (Kenney, 2023).

No que diz respeito ao domínio terrestre, o Exército dos EUA estabeleceu ainda em 2017 o projeto Maven. Oficialmente conhecido como *Algorithmic Warfare Cross-Functional Team* (AWCFT), trata-se de uma iniciativa do Departamento de Defesa (DoD) dos Estados Unidos que visa integrar tecnologias de aprendizagem automática e fusão de dados para processar informações provenientes de diversas fontes, identificar potenciais alvos e transmitir decisões humanas para sistemas de armas. O objetivo do AWCFT é transformar a enorme quantidade de dados disponíveis no sistema de defesa em inteligência e *insights* oportunos (Work, 2017).

O *Maven Smart System* (MSS) é um “sistema de suporte à decisão baseado em IA” (Probasco, 2024, p. 3). Ele centra-se na visão computacional, um aspeto da *machine learning* e do *deep learning* que, de forma autónoma, extrai objetos de interesse de imagens estáticas ou em movimento (Pellerin, 2017). Para desenvolver o sistema, foi realizada uma parceria com empresas privadas que lideravam o desenvolvimento e prestação de serviços de IA, tais como: AWS, IBM, Maxar, Microsoft, Raytheon, Sierra Nevada Corporation, entre outras.



Isto representou uma diferença sensível na forma como o DoD celebrava os seus contratos (Probasco, 2024, p. 10).

Com o sistema, os elementos de apoio de fogo que coordenavam os fogos conjuntos podiam aceder a dados de diversos sensores e imagens de satélites comerciais e militares, e aplicar visão computacional para identificar e seleccionar alvos militares que, após aprovação pela cadeia de comando, poderiam ser atacados. A Figura 6 ilustra como a consciência situacional foi aumentada durante exercícios da *18th Airborne Corps* por meio do processamento dos dados e da análise automática das informações (Probasco, 2024).

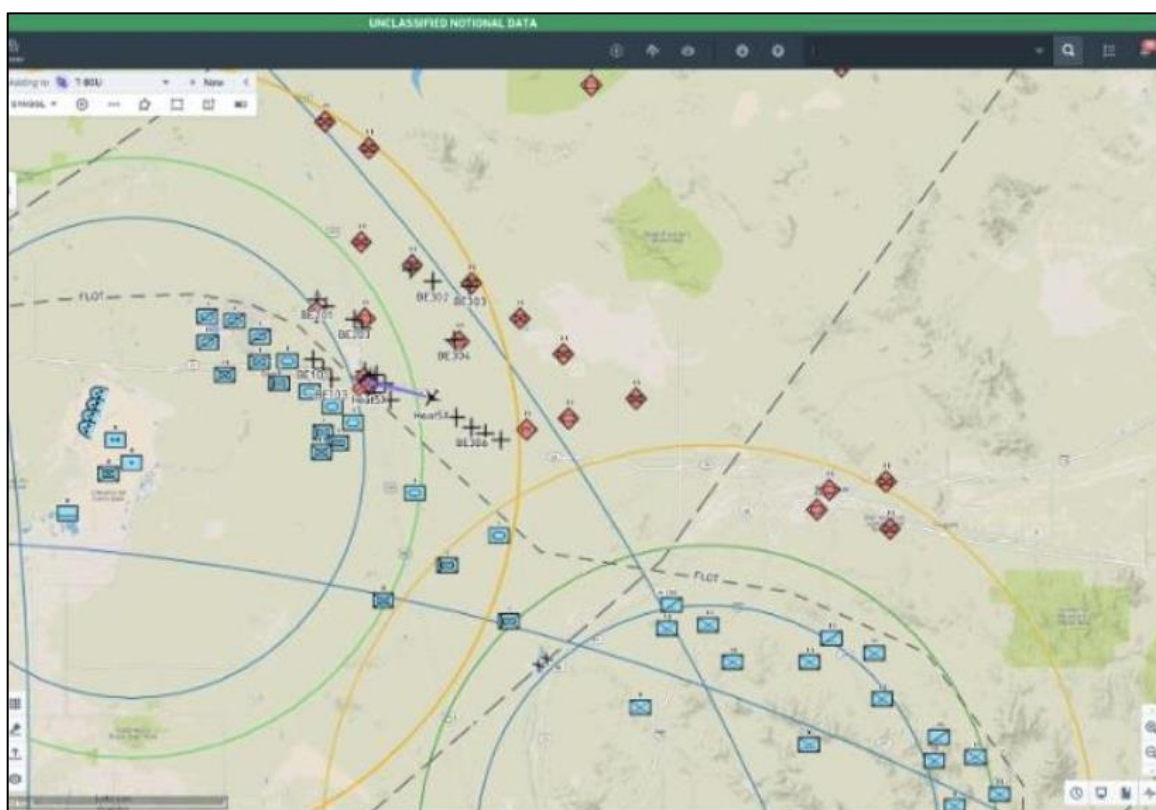


Figura 6 – Imagem da tela do Sistema Maven no exercício *Scarlet Dragon*

Fonte: Probasco (2024, p. 4)

Já existem relatos da utilização do sistema Maven para localizar lançadores de foguetes no Iémen e navios de superfície no Mar Vermelho, bem como para auxiliar na execução de ataques no Iraque e na Síria. Além disso o MSS foi utilizado para o comando e controlo da operação de evacuação de Cabul, no Afeganistão, em 2021. Em todos os casos, o *software* só tem sido utilizado na gestão do fluxo de dados e no auxílio da tomada de decisão. A decisão de empregar armamento continua a ser tomada por um ser humano (Manson, 2024).

Para além dessas iniciativas, Israel tem utilizado IA para obter recomendações de alvos em Gaza (Newman, 2023) e a Ucrânia também tem recorrido a *softwares* baseados em IA para combater a invasão russa, principalmente com UAV provenientes do Reino Unido e



dos EUA (Wickham, Milligan, & Nardelli, 2024). Para mitigar a guerra eletrônica, os UAV passaram a utilizar IA no seu guiamento, utilizando sistemas de reconhecimento de objetos. Isso tem diminuído, inclusive, o tempo de treino para que os pilotos se tornem eficazes em combate (The Economist, 2024).

Outros países da Aliança também têm procurado desenvolver capacidades nesse campo. Há estudos na Alemanha que apontam caminhos para a implementação da IA na proteção eletrônica e na área da inteligência (Arnold, 2024). Existem igualmente algumas iniciativas para incorporar a IA no comando e controle da Força Aérea, reduzindo o tempo necessário para a tomada de decisão (Lippisch, 2022).

A França, por sua vez, orienta os seus esforços na implementação de IA no sentido de detectar, reconhecer e identificar correlações entre dados, otimizar problemas altamente combinatórios e raciocinar a partir de dados simbólicos para deduzir ou diagnosticar (AI Task Force, 2019). A IA foi incorporada ao sistema de combate colaborativo *Scorpion* e à sua futura extensão de capacidade, *Titan 2040*. O sistema procura criar um fluxo de informações mais rápido e direcionado entre os soldados na linha da frente e seus comandantes, contribuindo para uma melhor compreensão do campo de batalha e facilitando iniciativas táticas (Ministère des Armées, 2024).

Para além desse sistema, a IA já se encontra operacional em sistemas ópticos de detecção de veículos militares terrestres, em sistemas de detecção acústica da Marinha Francesa, no treino de pilotos, em aplicações de combate à desinformação e de tradução (Ministère des Armées, 2024, pp. 15 e 16).

5.3. Problemas no emprego militar da IA

Uma das questões mais debatidas sobre o emprego de IA nas Forças Armadas é o controle dos sistemas de armas. Esta questão já é abordada nos documentos regulatórios da NATO, principalmente no que diz respeito aos PUR (NATO, 2021b).

A tendência observada é de que não será atribuída a IA a palavra final sobre a execução do fogo. Schuyler Moore, Chefe de Tecnologia do *US Central Command*, quando questionada sobre a possibilidade de a IA participar da cadeia de decisão num ataque, foi categórica ao afirmar que “para as ações cinéticas, nós sempre teremos um humano tomando a decisão e massivamente envolvido no processo” (U. S. Central Command, 2022, par. 81).

Nesse mesmo sentido, o especialista em inteligência e coordenador do projeto de expansão da alimentação de dados do Maven, vice-almirante Frank Whitworth, afirma que



“um ser humano irá sempre supervisionar os sistemas militares de IA dos EUA. Não há planos para deixar as máquinas decidir para disparar ou matar” (Manson, 2024, par. 28).

Outra controvérsia que surge diz respeito à participação de empresas civis nos projetos militares. O *Google*, por exemplo, retirou-se do projeto Maven em 2019 após protestos de seus funcionários que alegaram preocupações éticas quanto ao envolvimento da empresa em aplicações militares. Isso foi interpretado pelo Tenente General Jack Shanahan, diretor do Centro Conjunto de IA dos EUA, como uma oportunidade para melhorar a comunicação e a transparência relativamente ao que tem sido desenvolvido (B. Mitchell, 2019).

A existência de enviesamento decorrentes do processo de treino das IA é abordada como um problema para o emprego militar da IA (AI Task Force, 2019, p. 7). Políticas e mudanças em dispositivos legais têm sido apontadas como mecanismos para mitigar esse problema (Sayler & Hoadley, 2020, p. 7).

Além disso, a contratação de pessoal especializado em IA muitas vezes não consegue seguir os trâmites burocráticos normais, principalmente no que diz respeito à parametrização das horas de trabalho e dos resultados esperados, devido a ser uma área do conhecimento ainda muito recente (United States Government Accountability Office, 2023).

5.4. Síntese conclusiva e resposta à QD 2

Com base no que foi discutido e procurando responder à QD2 “Como tem sido feita a implementação da IA nas Forças da NATO?” verifica-se que a Aliança tem envidado esforços para regular a implementação da IA nas suas forças, sobretudo no que diz respeito aos PUR.

Os EUA têm liderado a utilização da IA para fins militares, nomeadamente devido à sua aplicação sistema Maven e na TF-59. A atuação da IA é muito visível na inteligência, atuando na fusão de dados das mais variadas fontes. Os fogos são outra função beneficiada, a partir da análise e priorização dos alvos identificados. O comando e controle e a proteção, sobretudo no ciberespaço, também se destacam entre as iniciativas de implementação de IA.

As principais controvérsias relacionadas com o emprego da IA para fins bélicos dizem respeito à possibilidade do controlo direto de sistemas de armas por sistemas não humanos. A ação final dos fogos tem sido mantida sob decisão humana.

No que se refere ao EB, já existem estudos sobre como sistemas semelhantes ao Maven poderiam ser integrados a programas estratégicos de vigilância e monitorização das fronteiras, como é o caso do Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (SISFRON). A implementação de IA facilitaria as atividades de processamento, exploração e



disseminação da imensa quantidade de imagens, realizando a filtragem dos dados e a identificação automática de ameaças. O programa Cibernética é outro que também pode implementar os avanços proporcionados pela IA de forma mais ágil, tanto na proteção, quanto na exploração cibernética (Cunha, 2019, p. 19).



6. A incorporação da Inteligência Artificial no Exército Brasileiro

Com a finalidade de compreender como a IA pode ser implementada na FTer de modo a obter o máximo de rendimento, foi considerada a opinião dos oficiais do EB. Com essa medida, procurou-se adicionar à investigação a análise das especificidades do EB no cumprimento das suas missões, que diferem dos desafios enfrentados por outras FA.

Os oficiais que participaram da investigação são integrantes do QEMA, garantindo que todos possuem conhecimento sobre os conceitos de Poder de Combate e seus elementos constitutivos. Além disso, procurou-se aferir qual o nível de entendimento dos participantes sobre o tema da IA. Só foram consideradas as respostas daqueles que declararam ao menos compreender as potencialidades da IA. As poucas repostas dos que declararam “apenas saber que as IA existiam” foram desconsideradas. O Gráfico 1 demonstra que a quase totalidade dos oficiais brasileiros já possuem conhecimento sobre IA e cerca de metade já utiliza algum tipo de IA no seu cotidiano de forma consciente.

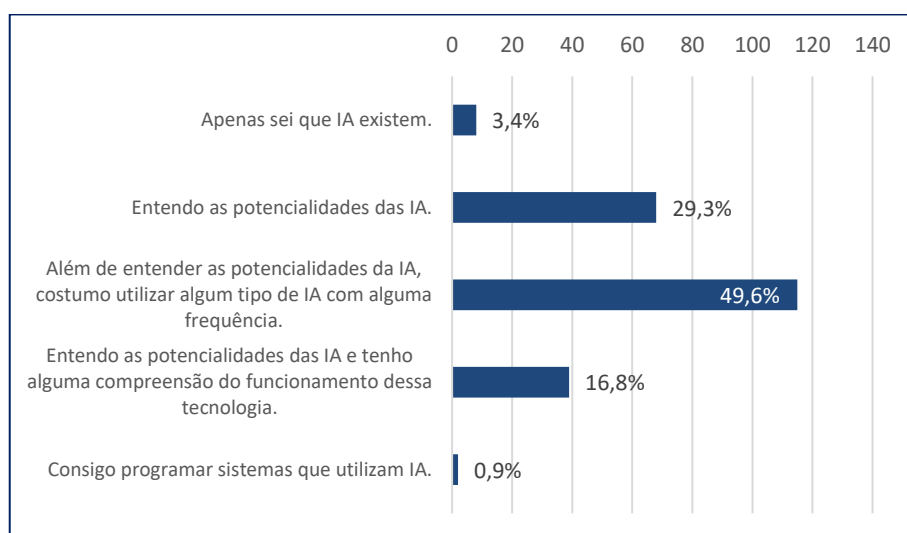


Gráfico 1 – Nível de conhecimento dos pesquisados sobre IA

6.1. O impacto direto da incorporação da IA nos elementos do Poder de Combate

A partir das respostas válidas, procurou-se compreender a opinião dos inquiridos sobre qual elemento do Poder de Combate teria maior capacidade de influenciar positivamente o Poder de Combate como um todo a partir da implementação da IA. A FCmb inteligência destacou-se entre as respostas, conforme se observa no Gráfico 2. Mais de 40% dos participantes indicou que, se pudessem implementar IA em apenas um elemento, investiriam na FCmb Inteligência por acreditarem que isso maximizaria os resultados pretendidos. O



elemento Informações e a FCmb Comando e Controle⁵ também ocupam posição de destaque, mas em situação bastante inferior à Inteligência. Mais de 78% dos inquiridos mencionaram um desses três elementos como prioridade de investimento.

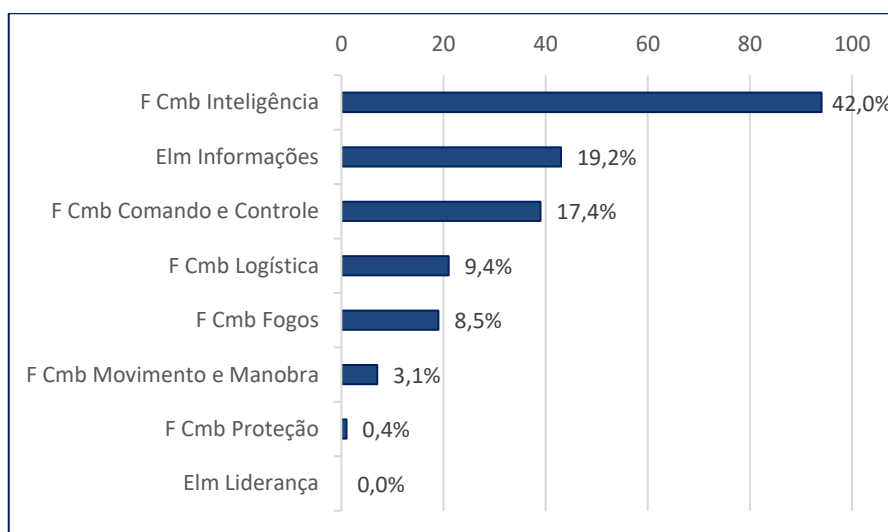


Gráfico 2 – Opção prioritária para investimento em IA

A fim de compreender qual seria o local de investimento secundário, foi solicitado aos inquiridos que indicassem qual seria a sua opção de investimento em IA como segunda prioridade, excluindo a primeira escolha. As respostas atribuem maior destaque à FCmb Inteligência, Fogos e Comando e Controle, por esta ordem, como se observa no Gráfico 3.

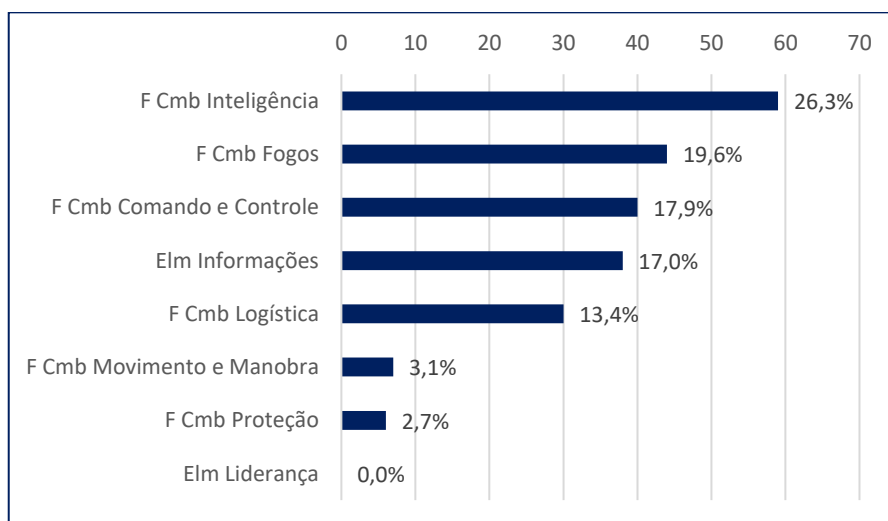


Gráfico 3 – Opção secundária para investimento em IA

Da observação ressalta que a FCmb Inteligência possui um forte apelo para receber investimento em IA. Uma análise mais pormenorizada dos dados revelou que, entre os que não escolheram a FCmb inteligência em primeira opção, cerca de 45% a selecionou como

⁵ Na pesquisa com Oficiais brasileiros utilizou-se a grafia “Comando e Controle” por ser mais comum no Brasil.



segunda, o que demonstra a forte percepção, por parte dos participantes, de que a IA poderá tornar-se uma ferramenta eficaz no tratamento dos dados e na análise das informações existentes no campo de batalha.

Em sentido contrário, verificou-se que o Elemento Liderança não foi mencionado por qualquer participante como prioridade de investimento, nem mesmo como opção secundária. Essa situação indica que, para os oficiais brasileiros, o elemento liderança é o menos propício a receber investimentos em IA.

O fenómeno da liderança possui aspetos que são essencialmente comportamentais. Birkinshaw e Goddard (2009, p. 83) afirmam que a liderança se refere aos traços e comportamentos que fazem com que alguém seja digno de ser seguido. No âmbito militar, uma das definições mais aceites de liderança é “o processo de influenciar pessoas, provendo propósito, direção e motivação para o cumprimento da missão e melhoria da organização.” (Department of the Army, 2012, p. 1). É, portanto, difícil de se compreender de que forma a IA poderia ser aplicada à liderança dos comandantes militares e, por consequência, de que modo o Poder de Combate poderia ser aumentado com esse investimento.

6.2. O impacto indireto da incorporação da IA nos elementos do Poder de Combate

Com o intuito de compreender como a implementação da IA num elemento do Poder de Combate pode impactar indiretamente o Poder de Combate como um todo, foi perguntado aos participantes como o investimento em IA em um dado elemento se refletiria nos demais elementos. As respostas poderiam ser:

- “3”, indicando reflexos altamente positivos;
- “2”, indicando reflexos positivos;
- “1”, indicando algum reflexo positivo;
- “0”, indicando ausência de reflexos;
- “-1”, indicando reflexos negativos.

As respostas obtidas, a partir de sua média, deram origem a uma matriz de impacto cruzado. Os elementos constitutivos do Poder de Combate foram considerados como integrantes de um sistema como variáveis. Na matriz, foi possível perceber quais variáveis são mais motrizes e quais são mais dependentes em função da sua capacidade de influenciar o sistema da qual fazem parte e de serem influenciadas por ele. O Quadro 2 apresenta o resultado alcançado.



Quadro 2 – Matriz de Impacto Cruzado

Impacto Cruzado	Comando e Controle	Fogos	Informações	Inteligência	Liderança	Logística	Movimento e Manobra	Proteção	Motricidade
Comando e Controle		2,26	2,34	2,44	1,19	2,13	2,00	1,93	14,29
Fogos	1,70		1,62	1,82	0,78	1,69	2,12	1,79	11,51
Informações	2,33	2,22		2,55	1,39	1,97	2,11	1,99	14,55
Inteligência	2,33	2,53	2,54		1,41	2,11	2,45	2,26	15,63
Liderança	1,15	0,78	1,04	0,99		0,84	1,17	0,89	6,85
Logística	1,88	2,03	1,54	1,63	1,10		2,20	1,91	12,28
Movimento e Manobra	1,90	2,03	1,76	1,90	1,27	1,82		1,75	12,43
Proteção	1,68	1,79	1,56	1,76	0,90	1,75	1,88		11,32
Dependência	12,97	13,63	12,41	13,09	8,04	12,30	13,92	12,51	

A soma das médias da influência resultou no índice de motricidade, representado a amarelo. Quanto maior essa soma, mais motriz é a variável, o que indica a sua capacidade de influenciar o sistema. Por sua vez, a soma das médias dos reflexos, representada a verde, gerou o índice de dependência. Quanto maior este índice, maior é a capacidade da variável de ser influenciada pelo sistema.

De acordo com seu índice de motricidade e dependência, as variáveis puderam ser agrupadas em quatro categorias de acordo com seu posicionamento em relação à média do sistema, conforme a Figura 7.

Variáveis explicativas: apresentam alta motricidade e baixa dependência. São as que dominam o sistema e melhor explicam o comportamento do todo.

Variáveis de transição: apresentam simultaneamente alta motricidade e alta dependência. Funcionam como elementos de interligação do sistema. Têm relevância por conseguirem influenciar o sistema, mas também por serem fortemente influenciadas por ele. A instabilidade é a sua principal característica.

Variáveis autônomas: apresentam baixa motricidade e baixa dependência. Não interferem significativamente no sistema, sendo vistas como independentes.

Variáveis de resultado: apresentam baixa motricidade e alta dependência. Sofrem os efeitos das ações do sistema e têm limitada capacidade de o influenciar.

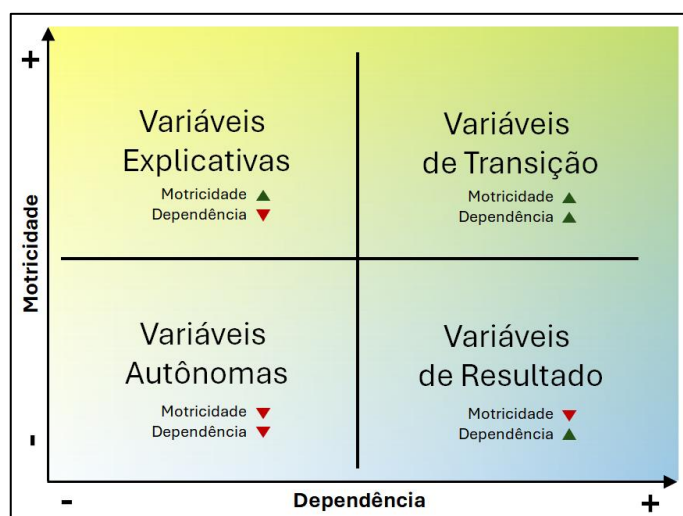


Figura 7 – Tipos de Variáveis



Com base na matriz de impacto cruzado apresentada no Quadro 2, chegou-se ao Gráfico 4, a seguir:

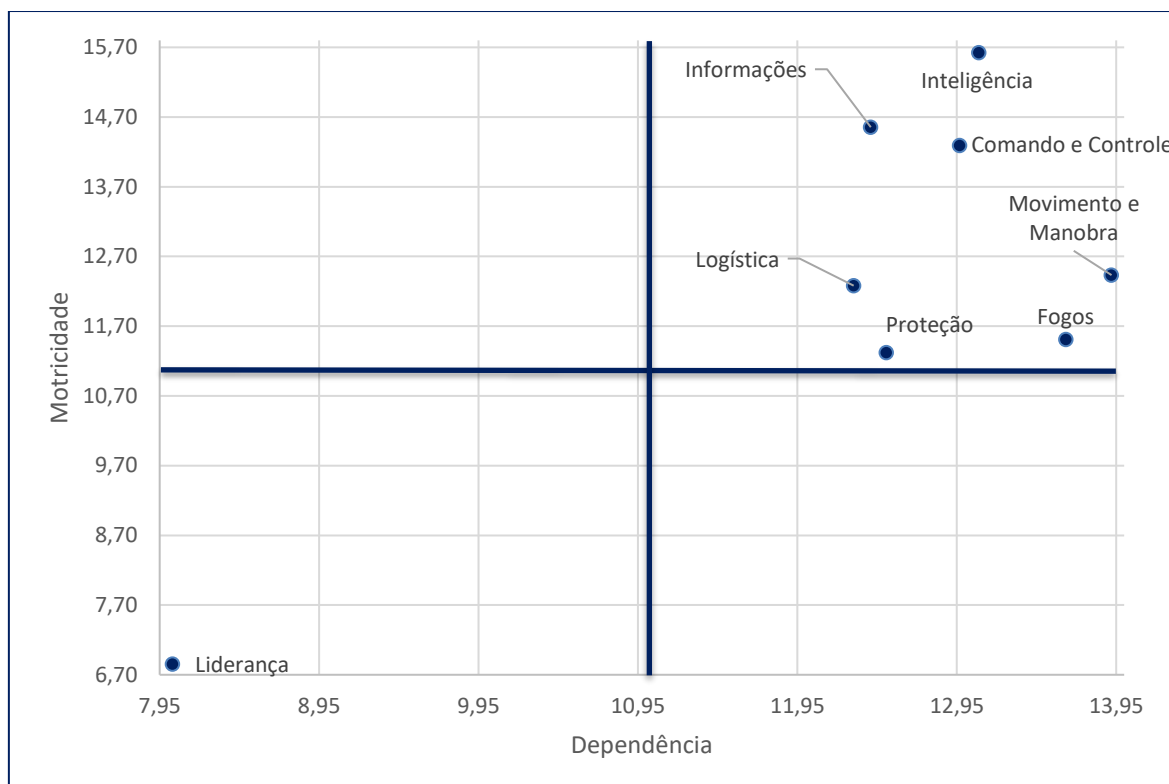


Gráfico 4 – Motricidade e Dependência 1

Verificou-se um comportamento anômalo do elemento **Liderança**. O seu grau de independência foi bastante elevado, devido à sua baixa motricidade e baixa dependência. Esta situação confirma a análise da influência direta, que já havia constatado a reduzida relevância da Liderança no que diz respeito à implementação da IA. Percebeu-se que a implementação de IA na Liderança não provocará reflexos significativos nos demais elementos, e que a própria Liderança também não será substancialmente afetada pela implementação de IA em qualquer dos outros componentes.

Em função do comportamento da **Liderança**, todas as outras variáveis foram enquadradas como variáveis de transição, o que não foi salutar para o estudo. Por esse motivo, foi elaborado o Gráfico 5, no qual a variável Liderança foi excluída, reconhecendo que ela não atua no sistema, e com o intuito de se avaliar de melhor maneira o comportamento dos demais elementos do Poder de Combate.

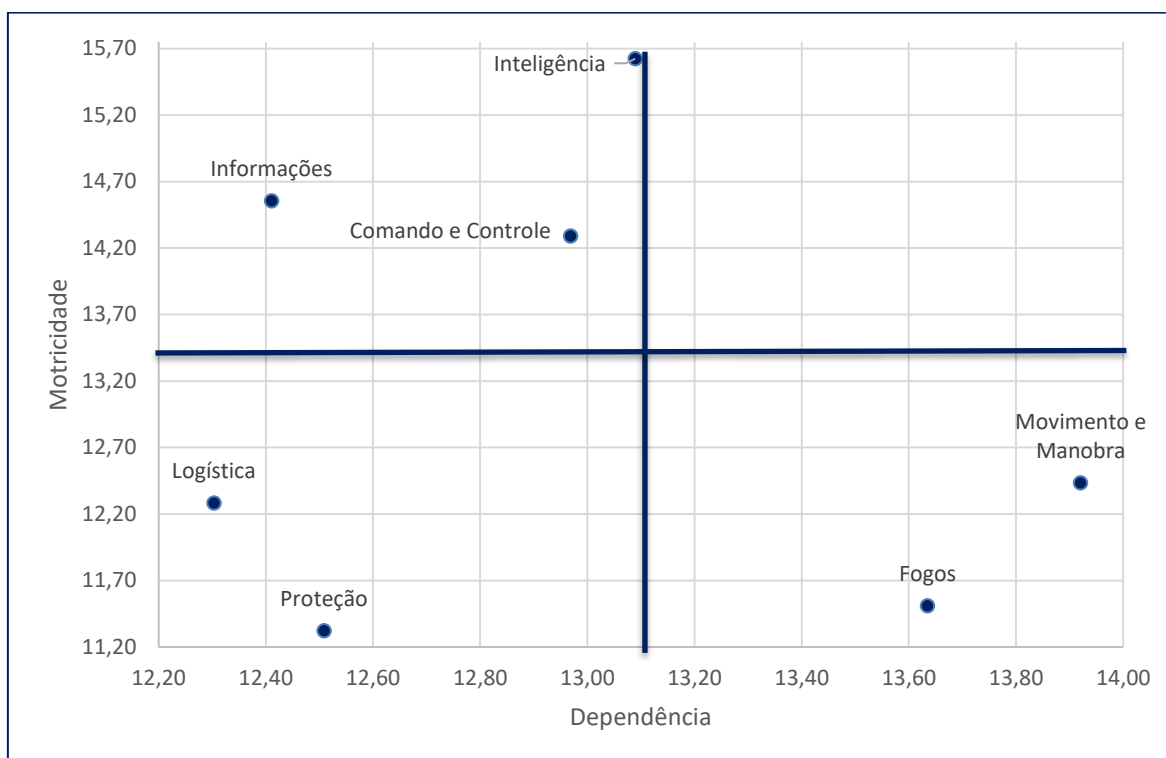


Gráfico 5 – Motricidade e Dependência 2

Verificou-se que as FCmb Logística e Proteção são as mais independentes, o que significa que têm uma participação reduzida no sistema. O investimento em IA nessas FCmb não traria grandes reflexos para o sistema, beneficiando apenas essas funções de forma isolada.

As FCmb Fogos e Movimento e Manobra foram enquadradas como variáveis de resultado. Verificou-se que o investimento em IA noutras FCmb acaba por beneficiar essas FCmb. Já o investimento em IA nessas FCmb não trariam muitos reflexos positivos nos restantes elementos do sistema.

Já as FCmb Inteligência, Comando e Controlo e o elemento Informações foram enquadrados como variáveis explicativas. A sua elevada motricidade e baixa dependência demonstram que estes elementos possuem capacidade de influenciar o sistema. O investimento em IA nestes elementos gera reflexos positivos nos demais, contribuindo para potenciar o incremento do Poder de Combate como um todo.

Esta situação confirma a análise anterior, que demonstrou a FCmb Inteligência como a principal opção para investimento em IA, sendo ela a mais motriz. Os ganhos para o Poder de Combate seriam gerados tanto de forma direta como indireta.

Esta mesma conclusão foi igualmente observada em relação à FCmb Comando e Controlo e ao elemento Informações. No caso deste último, verificou-se um baixo grau de



dependência, o que indica que dificilmente poderá ser beneficiado por investimentos realizados noutros elementos.

6.3. Síntese conclusiva e resposta à QC

Com base no que foi discutido e procurando responder à QC “Como a IA pode ser incorporada na Força 40 de modo a maximizar o seu Poder de Combate?” verifica-se que o investimento na FCmb Inteligência se revela o mais adequado.

Foi constatado, por meio da resposta à QD1, que o Poder de Combate da FTer é função das capacidades que são aglutinadas nas FCmb e nos Elementos Informações e Liderança. O aumento do Poder de Combate é função da melhoria de seus elementos constitutivos.

Em relação à QD2, percebeu-se que a IA já tem vindo a ser utilizada para fins militares, com o propósito de lidar com a massiva quantidade de dados presente no campo de batalha. O processamento desses dados, e até mesmo a sua análise ao ponto de sugerir ações a decisores humanos, é uma funcionalidade da IA que tem sido explorada. O sistema Maven, dos EUA, é o exemplo mais emblemático dessa aplicação.

O resultado do questionário aplicado aponta no sentido de que os Oficiais do QEMA entendem que o investimento em IA na FCmb Inteligência é o que mais benefícios traria para o Poder de Combate da FTer. Esse resultado foi ratificado quando se percebeu que a FCmb inteligência é a variável mais motriz, quando se observa o Poder de Combate como resultante de um sistema composto pelos seus elementos constitutivos.

A partir da obtenção do conhecimento com maior rapidez e precisão, outras FCmb também poderiam beneficiar-se, como é o caso da FCmb Fogos e Comando e Controlo. A execução dos fogos depende de informação atualizada dos alvos e o exercício do comando é facilitado pela consciência situacional, também proveniente da inteligência. Esta transversalidade da FCmb inteligência é fundamental para compreender de que forma a sua melhoria, através da implementação da IA, poderá gerar os maiores benefícios para o Poder de Combate da FTer.

As FCmb Comando e Controlo e Fogos, bem como o elemento informações situam-se num segundo patamar de prioridade. O Comando e Controlo poderia ser beneficiado com o aumento da velocidade do ciclo decisório, proporcionado pela implementação da IA. No que diz respeito aos Fogos, os sistemas de guiamento terminal com IA representam um avanço para a FCmb; contudo, dilemas éticos podem afetar a sua implementação em larga escala. A investigação revelou que a tendência tem sido a de manter a decisão final sobre o desencadeamento de fogos cinéticos nas mãos de seres humanos. No caso do elemento



Informações, já surgem iniciativas no sentido de influenciar e mitigar a influência sobre audiências, por meio da utilização de IA.

Com o objetivo de tornar a FTer mais apta a ultrapassar os desafios contemporâneos, o EB tem realizado investimentos para incorporar novas capacidades no seu portfólio e melhorar aquelas que já possui. No que diz respeito à implementação da IA na FTer, um plano que priorize a FCmb Inteligência, sem descurar os potenciais ganhos nas demais FCmb, é essencial para assegurar que o Poder de Combate da FTer seja potenciado de forma eficiente, ética e sustentável.



7. Conclusões

A IA tem sido reconhecida como uma tecnologia emergente e disruptiva, com potencial para alterar significativamente o equilíbrio de forças no campo de batalha. Atualmente, esta tecnologia passou também a ser encarada como uma capacidade militar a ser dominada. A Força 40 constitui, no âmbito do EB, o elemento aglutinador dos esforços de modernização da Força, com vista a garantir o cumprimento das suas missões constitucionais.

A implementação da IA na FTer brasileira insere-se no domínio científico das Ciências Militares, na área nuclear de investigação das Técnicas e Tecnologias Militares e na subárea de investigação das Tecnologias Militares Emergentes e Disruptivas.

Em termos de método, recorreu-se ao raciocínio dedutivo, alinhado com o conceito epistemológico interpretativo, sendo o pensamento crítico aplicado através de uma estratégia de investigação mista. A pesquisa bibliográfica sustentou a componente qualitativa do estudo e proporcionou uma compreensão relevante da realidade mundial no que respeita à implementação da IA no contexto bélico. Um questionário aplicado aos oficiais do QEMA do EB procurou quantificar a perceção dos especialistas brasileiros sobre como a IA poderia ser implementada na FTer Brasileira de forma a obter o máximo rendimento. O estudo de caso da incorporação da IA no EB foi desenvolvido com uma abordagem transversal do horizonte temporal.

Em síntese, os resultados obtidos indicaram que a incorporação da IA na FTer do EB deveria ser realizada, prioritariamente, na FCmb inteligência. Esse direcionamento maximizaria o investimento efetuado dada a transversalidade da FCmb que possui ampla participação nos demais elementos constitutivos do Poder de Combate.

A sustentar esta conclusão, verifica-se que o Poder de Combate é construído a partir da conjugação das seis FCmb e dos elementos Informações e Liderança. A variação positiva em qualquer um destes elementos constitutivos tende a provocar uma variação igualmente positiva no Poder de Combate como um todo. A incorporação da IA é capaz de gerar essa variação inicial, com reflexos diretos e indiretos sobre o sistema como um todo.

A experiência de outras forças armadas com doutrina semelhante à brasileira demonstra que a FCmb Inteligência tem sido uma das mais beneficiadas com a implementação da IA no contexto bélico. A capacidade de fusão e sumarização de dados torna a IA uma peça-chave para atuar num ambiente de *big data*, em que o campo de batalha se transformou.



A opinião dos especialistas brasileiros apontou na mesma direção, com a FCmb Inteligência a ser identificada como o principal polo de atração de investimentos nesta área. Fogos, Comando e Controlo e Informações representam uma segunda prioridade.

O principal contributo para o conhecimento deste estudo foi compreender, a partir da realidade brasileira, de que forma a IA pode ser incorporada ao portefólio de capacidades da FTer do EB. O estudo de como a IA tem sido trabalhada nas forças da NATO, e em particular, nos EUA, constituiu uma mais-valia significativa para o estudo, ao evidenciar um possível caminho a seguir. A IA atua principalmente como agregador de múltiplas fontes de dados, permitindo o seu processamento e análise de um modo que o ser humano não seria capaz de realizar. Esta apreciação do ambiente gera *insights* que facilitam a consciência situacional e, por consequência, o processo de tomada de decisões. A intervenção no campo de batalha para obtenção de efeitos torna-se, então, mais eficiente e eficaz.

Em termos de considerações de ordem prática, a situação orçamental do Brasil, e por consequência das suas Forças Armadas, não permite a realização de investimentos muito vastos. A IA representa, portanto, uma forma de investimento acessível, com potencial para gerar benefícios bastante significativos. As modalidades de investimento em IA podem ser bastante diversas: a NATO tem apostado em pequenas empresas de tecnologia, enquanto os EUA têm estabelecido parcerias com grandes conglomerados tecnológicos. Ambas as abordagens apresentam vantagens e desvantagens, e constituem referências de *benchmarking* sobre como investir nesta área. Desse modo, percebe-se que o EB, além de desenvolver seus próprios sistemas de IA, poderia estabelecer parcerias com empresas, seguindo os exemplos citados.

A investigação foi limitada pelo material disponível em fontes abertas. É legítimo considerar que os países não revelem aquilo que estão a investigar e que lhes poderá garantir uma vantagem tecnológica significativa no campo de batalha. Ainda assim, o material acessível em fontes abertas proporciona uma compreensão relevante de como a IA tem sido desenvolvida e implementada com vista ao aumento do Poder de Combate.

Outra limitação decorre da amostragem utilizada na investigação. A abordagem não probabilística revelou-se eficaz na redução dos vieses que as especialidades dos militares poderiam introduzir no estudo, mas apresenta representatividade estatística limitada.

No que respeita a estudos futuros, pode-se considerar, por exemplo, de que forma uma eventual limitação na produção de semicondutores avançados poderá vir a interferir na utilização da IA; quais os modelos de aquisição mais adequados para possibilitar o



desenvolvimento da IA num ambiente de inovação; e de que modo as FA brasileiras poderão lidar com os dilemas éticos decorrentes do emprego da IA nos seus sistemas.

Por fim, o futuro que se desenha para a humanidade é incerto. Num ambiente marcado pela incerteza, os Estados tendem a confiar na sua própria força. A expressão militar do Poder Nacional tem ganhado relevo no xadrez do poder mundial. É neste cenário que a IA se tem revelado uma ferramenta eficaz para a ampliação das capacidades militares. Incorporar a IA nas FA já não é uma dúvida; a questão a ser resolvida passa, agora, pela forma como essa incorporação deve ser concretizada. Esta investigação procurou precisamente avançar nesse sentido.



Referências bibliográficas

- AI Task Force. (2019). *Artificial Intelligence in Support of Defence* (p. 30) [Report]. Paris: AI Task Force. Retirado de <https://www.defense.gouv.fr/sites/default/files/aid/Report%20of%20the%20AI%20Task%20Force%20September%202019.pdf>
- Anacleto, M. E. (2023). Inteligência Artificial: Balanço e Perspectivas para a Força Terrestre. *Revista Doutrina Militar Terrestre*, 11(34), 14–25.
- Arnold, T. (2024). Neue Technologien für die Bundeswehr: Handlungsnotwendigkeiten durch technische Innovationen. *SWP-Aktuell*, 14/2024. doi: 10.18449/2024A14
- Atkinson, R. (2024). Artificial Intelligence in Modern Warfare: Strategic Innovation and Emerging Risks. *Military Review*, (September-October 2024), 103–107.
- Barbosa, J. L. N., Vieira, J. P. A., Santos, R. L. de S., Junior, G. V. M., Muniz, M. dos S., & Moura, R. S. (2017). Introdução ao Processamento de Linguagem Natural usando Python. Em *III Escola regional de informática do Piauí: Vol. 1. Anais - Artigos e Minicursos* (1.^a ed., pp. 336–360). Sbc. Retirado de https://www.facom.ufu.br/~wendelmelo/terceiros/tutorial_nltk.pdf
- Birkinshaw, J., & Goddard, J. (2009). What is your Management Model. *MIT Sloan Management Review*, 50(2), 80–91.
- Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., ... Amodei, D. (2020). Language models are few-shot Learners. *Advances in Neural Information Processing Systems*, 33, 1877–1901. doi: <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.14165>
- Clement, S. (2024). NATO and Artificial Intelligence: navigating the challenges and opportunities. *Science and Technology Committee (STC)*, 58(Special Report), 1–17.
- Cunha, A. L. N. (2019). *The use of Artificial Intelligence in military operations: proposal of a roadmap for deployment in Brazilian Army* (Course Completion Paper). Escola de Comando e Estado Maior do Exército, Rio de Janeiro. Retirado de <http://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/4935>
- Department of the Army. (2012). *ADP 6-22 Army Leadership*. Army Doctrine Publication, 6–22. Washington DC: Department of the Army.
- Department of the Army. (2019). *ADP 3-0 Operations*. Army Doctrine Publication, 3–0. Washington DC: Department of the Army.



- Department of the Army. (2022). *FM 5-0 Planning and Orders Production*. Field Manual, 5–0. Washington DC: Department of the Army.
- DIANA. (2024). *2024 DIANA Challenge Programme Call for Proposals*. NATO. Retirado de https://www.diana.nato.int/resources/site1/general/2024_challenge_programme_web.pdf
- Exército Brasileiro. (2014). *O Exército Brasileiro (EB-20-MF-10.101)* (1.^a ed.). Manual de Fundamentos. Brasília: EGGCF.
- Exército Brasileiro. (2018). *Glossário de termos e expressões para uso no Exército (EB20-MF-03.109)* (5.^a ed.). Manual de Fundamentos. Brasília: EGGCF.
- Exército Brasileiro. (2022). *Doutrina Militar Terrestre (EB20-MF-10.102)* (3.^a ed.). Manual de Fundamentos. Brasília: EGGCF.
- Exército Brasileiro. (2023). *Conceito Operacional do Exército Brasileiro - Operações de Convergência 2040 (EB20-MF-07.101)* (1.^a ed.). Manual de Fundamentos. Brasília: EGGCF.
- Exército Brasileiro. (2024a). *Concepção de Transformação do Exército Brasileiro e do desenho da Força 40 - 2024-2039 (EB10-P-01.025)* (1.^a ed.). Planos. Brasília: EGGCF.
- Exército Brasileiro. (2024b). *Diretriz Estratégica de Inteligência Artificial para o Exército Brasileiro (EB20-D-02.031)*. Brasília: EGGCF.
- Exército Brasileiro. (2024c). Organograma do Exército Brasileiro. Retirado de https://www.sgex.eb.mil.br/sistemas/organograma/organograma_exercito.php
- Gabriele Rizzo. (2019). Disruptive Technologies in Military Affairs. Em *The global race for technological superiority* (1.^a ed., pp. 55–92). Milan: ISPI-Brookings.
- Gigova, R. (2017, 2 de setembro). Who Putin thinks will rule the world | CNN [Notícias]. Retirado de <https://edition.cnn.com/2017/09/01/world/putin-artificial-intelligence-will-rule-world/index.html>
- Goertzel, B. (2014). Artificial General Intelligence: Concept, State of the Art, and Future Prospects. *Journal of Artificial General Intelligence*, 5(1), 1–48. doi: 10.2478/jagi-2014-0001
- Han, J., Kamber, M., & Pei, J. (2012). *Data mining: concepts and techniques* (3.^a ed.). Burlington, MA: Elsevier.



- IBM. (2023, 25 de agosto). O que é Inteligência Artificial (IA)? [Educativa]. Retirado de <https://www.ibm.com/br-pt/topics/artificial-intelligence>
- Imperial, N. (2019). O Conceito de Emprego das Forças Armadas em Matérias de Segurança Interna. *Nação e Defesa*, 152, 137–161.
- Kenney, C. M. (2023, 1 de outubro). Navy’s 2-year-old robot task force eyes more AI [Notícias]. Retirado de <https://www.defenseone.com/technology/2023/10/navys-2-year-old-robot-task-force-eyes-more-ai/390814/>
- Kimmons, J. F. (2006). Transforming Army Intelligence. *Military Review*, (November-December 2006), 69–72.
- Kott, A., Théron, P., Drašar, M., Dushku, E., LeBlanc, B., Losiewicz, P., ... De Gaspari, F. (2018). *Autonomous Intelligent Cyber-defense Agent (AICA) Reference Architecture. Release 2.0* (Versão 3). Versão 3. arXiv. Retirado de <https://arxiv.org/abs/1803.10664>
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). Deep learning. *Nature*, 521(7553), 436–444. doi: 10.1038/nature14539
- Lippisch, C. (2022, 22 de fevereiro). Künstliche Intelligenz bei Kalkar Sky. Retirado de <https://www.bundeswehr.de/de/organisation/luftwaffe/aktuelles/kuenstliche-intelligenz-bei-kalkar-sky-5358212>
- López de Mántaras, R. (2019). The Future of AI: Toward Truly Intelligent Artificial Intelligences. *Towards a New Enlightenment? A Transcendent Decade*, (BBVA), 186–293.
- Ludermir, T. B. (2021). Inteligência Artificial e Aprendizado de Máquina: estado atual e tendências. *Estudos Avançados*, 35, 85–94. doi: <https://doi.org/10.1590/s0103-4014.2021.35101.007>
- Manson, K. (2024, 28 de fevereiro). AI Warfare Is Already Here [Notícias]. Retirado de <https://www.bloomberg.com/features/2024-ai-warfare-project-maven/>
- Ministère des Armées. (2024). *Building the combat power of tomorrow’s air-land battle forces* (p. 32). Paris: Ministère des Armées. Retirado de https://www.defense.gouv.fr/sites/default/files/ministere-armees/DP_Eurosatory_2024_UK.pdf
- Ministério da Defesa. (2015). *Glossário das Forças Armadas (MD35-G-01)* (5.^a ed.). Glossário. Brasília: EMCFA.



- Mitchell, B. (2019, 5 de novembro). Google’s departure from Project Maven was a «little bit of a canary in a coal mine» [Notícias]. Retirado de <https://fedscoop.com/google-project-maven-canary-coal-mine/>
- Mitchell, T. M. (2013). *Machine learning* (Nachdr.). McGraw-Hill series in Computer Science. New York: McGraw-Hill.
- NATO. (2021a). *AAP-06 NATO Glossary of Terms and Definitions*. NATO.
- NATO. (2021b, 22 de outubro). Summary of the NATO Artificial Intelligence Strategy [Official website]. Retirado de https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_187617.htm
- NATO. (2022a). *NATO 2022 - Strategic Concept*. Retirado de <https://www.act.nato.int/wp-content/uploads/2023/05/290622-strategic-concept.pdf>
- NATO. (2022b, 13 de outubro). NATO’s Data and Artificial Intelligence Review Board. Retirado de https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_208374.htm
- NATO. (2024a, 10 de julho). Summary of NATO’s revised Artificial Intelligence (AI) strategy [Official website]. Retirado de https://www.nato.int/cps/en/natohq/official_texts_227237.htm
- NATO. (2024b, 8 de agosto). Emerging and disruptive technologies [Official website]. Retirado de https://www.nato.int/cps/en/natohq/topics_184303.htm
- NATO. (2024c, 10 de setembro). NATO DIANA announces companies chosen for the next phase of its accelerator programme [Official website]. Retirado de https://www.nato.int/cps/en/natohq/news_228518.htm
- Newman, M. (2023, 16 de julho). Israel Quietly Embeds AI Systems to Plan Deadly Military Operations - Bloomberg [Notícias]. Retirado de <https://archive.is/Fi2dw>
- NIAG Study Group 279. (2023). *Protocols and Standards to certify applications using Artificial Intelligence (AI) within NATO* (NATO INDUSTRIAL ADVISORY GROUP N.º NIAG-D(2023)0015). Bruxelas: NATO.
- Niebel, T., Rasel, F., & Viete, S. (2019). BIG data – BIG gains? Understanding the link between big data analytics and innovation. *Economics of Innovation and New Technology*, 28(3), 296–316. doi: 10.1080/10438599.2018.1493075
- NIF. (2024, 18 de junho). NATO Innovation Fund makes first investments to secure the future of the Alliance’s 1 billion citizens [Official website]. Retirado de <https://www.nif.fund/news/nato-innovation-fund-makes-first-investments-to-secure-the-future-of-the-alliances-1-billion-citizens/>



- North Atlantic Council. (2023). *Alliance Concept for Multi-Domain Operation*. NATO.
- Nunes, M. das G. V., & Caseli, H. de M. (2024). *Processamento de Linguagem Natural: Conceitos, Técnicas e Aplicações em Português* (2.^a ed.). São Carlos, SP: BPLN.
- OECD. (2024). *Explanatory memorandum on the updated OECD definition of an AI system* (OECD Artificial Intelligence Papers N.º 8; p. 11). Paris: OECD. Retirado de https://www.oecd-ilibrary.org/science-and-technology/explanatory-memorandum-on-the-updated-oecd-definition-of-an-ai-system_623da898-en
- Paiva, T. M. M. R. (2023). *Diretriz do Comandante do Exército 2023-2026*. EGGCF. Retirado de <https://www.calameo.com/exercito-brasileiro/read/0012382065998c87fbb1e>
- Pellerin, C. (2017, 21 de julho). Project Maven to Deploy Computer Algorithms to War Zone by Year's End [Official website]. Retirado de <https://www.defense.gov/News/News-Stories/Article/Article/1254719/project-maven-to-deploy-computer-algorithms-to-war-zone-by-years-end/https%3A%2F%2Fwww.defense.gov%2FNews%2FNews-Stories%2FArticle%2FArticle%2F1254719%2Fproject-maven-to-deploy-computer-algorithms-to-war-zone-by-years-end%2F>
- Probasco, E. S. (2024). *Building the Tech Coalition: How project Maven and the US 18th Airborne Corps Operationalized Software and Artificial Intelligence for Department of Defense*. Center for Security and Emerging Technology. Retirado de <https://cset.georgetown.edu/wp-content/uploads/CSET-Building-the-Tech-Coalition-1.pdf>
- Rautenberg, S., & Carmo, P. R. V. do. (2019). Big data e ciência de dados: complementariedade conceitual no processo de tomada de decisão. *Brazilian Journal of Information Science: research trends*, 13(1), 56–67. doi: 10.36311/1981-1640.2019.v13n1.06.p56
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2003). *Artificial Intelligence: A Modern Approach* (2.^a ed., Vols. 1–New Jersey). Prentice Hall Series. Pearson Education International.
- Ryan, T. R. (2022). Warfighting: A Function of Combat Power. *Military Review*, 102, 61–71.
- Santos, L. A. B. dos, & Lima, J. M. M. do V. (2019). *Orientações metodológicas para a elaboração de trabalhos de investigação* (2.^a ed., revista e atualizada). Cadernos do IUM, 8. IUM.



- Sayler, K. M., & Hoadley, D. S. (2020). *Artificial Intelligence and National Security* (CRS Report N.º R45178; p. 39). Washington DC: Congressional Research Service. Retirado de <https://www.congress.gov/crs-product/R45178>
- Shoker, S., Reddie, A., Hickey, A., & Walker, L. (2024). New Tools Are Needed to Address the Risks Posed by AI-Military Integration. *Lawfare*. Retirado de <https://www.lawfaremedia.org/article/new-tools-are-needed-to-address-the-risks-posed-by-ai-military-integration>
- Souza, A. (2023, 14 de dezembro). Tudo o que você precisa saber sobre LLM (Large Language Model). Retirado de <https://medium.com/blog-do-zouza/tudo-o-que-voc%C3%AA-precisa-saber-sobre-llm-large-language-model-a36be85bbf8f>
- The Economist. (2024, 7 de dezembro). How Ukraine uses cheap AI-guided drones to deadly effect against Russia. *The Economist*. Retirado de <https://www.economist.com/europe/2024/12/02/how-ukraine-uses-cheap-ai-guided-drones-to-deadly-effect-against-russia>
- Theron, P., Kott, A., Drasar, M., Rzacca, K., LeBlanc, B., Pihelgas, M., ... Panico, A. (2018). Towards an active, autonomous and intelligent cyber defense of military systems: The NATO AICA reference architecture. *2018 International Conference on Military Communications and Information Systems (ICMCIS)*, 1–9. Retirado de <https://ieeexplore.ieee.org/document/8398730/>
- Turing, A. M. (1950). Computing Machinery and Intelligence. *Mind*, LIX(236), 433–460. doi: 10.1093/mind/LIX.236.433
- U. S. Central Command. (2022). *U.S. Central Command Chief Technology Officer Schuyler Moore and Innovation Oasis Winner Sgt. Mickey Reeve Press Briefing* (Press Release N.º 20221207–07). Tampa: US CENTCOM. Retirado de <https://www.centcom.mil/MEDIA/PRESS-RELEASES/Press-Release-View/Article/3239986/us-central-command-chief-technology-officer-schuyler-moore-and-innovation-oasis/https%3A%2F%2Fwww.centcom.mil%2FMEDIA%2FPRESS-RELEASES%2FPress-Release-View%2FArticle%2F3239986%2Fus-central-command-chief-technology-officer-schuyler-moore-and-innovation-oasis%2F>
- UNESCO. (2022, 9 de agosto). Inteligência Artificial: da ficção à realidade [Educativa]. Retirado de <https://digital.unesc.net/blog/inteligencia-artificial-da-ficcao-a-realidade>



- United States Government Accountability Office. (2023). *Artificial Intelligence - Actions Needed to Improve DOD's Workforce Management* (Report to the Committee on Armed Services, House of Representatives N.º GAO-24-105645; p. 33). Washington DC: United States Government Accountability Office. Retirado de <https://www.gao.gov/assets/gao-24-105645.pdf>
- Vilaça, R. M. P. (2022). *Data Lakes em ambientes híbridos Cloud/Edge* (Dissertação de Mestrado Mestrado Integrado em Engenharia Informática). Universidade do Minho - Escola de Engenharia, Braga.
- Vincent, B. (2023, 11 de janeiro). Navy's Task Force 59 reaches full operational capability as it works to build a «digital ocean» of connected assets. Retirado de <https://defensescoop.com/2023/01/10/navys-task-force-59-reaches-full-operational-capability-as-it-works-to-build-a-digital-ocean-of-connected-assets/>
- Wickham, A., Milligan, E., & Nardelli, A. (2024, 17 de fevereiro). US, UK look to arm Ukraine with new AI-enabled swarm drones [Notícias]. Retirado de <https://archive.is/bvnOE>
- Work, R. O. (2017). *Establishment of an Algorithmic Warfare Cross-Functional Team (Project Maven)* (p. 2) [Memorandum]. Washington DC: Departamento de Defesa dos Estados Unidos (DoD). Retirado de <https://dodcio.defense.gov/Portals/0/Documents/Project%20Maven%20DSD%20Memo%2020170425.pdf>



Apêndice A — Modelo de Análise

Quadro 3 – Modelo de Análise

Título	Inteligência Artificial – Como incorporar a Inteligência Artificial na “Força Terrestre Brasileira de Próxima Geração”.		
Sinopse	As tecnologias estão presentes no contexto bélico desde a antiguidade. Na atualidade, as ferramentas de TIC, em particular a inteligência artificial, têm representado um potencial de multiplicação do Poder de Combate dos Exércitos. Exército Brasileiro busca desenvolver e manter as capacidades operativas necessárias para ser reconhecido como ator de elevada capacidade de dissuasão e prontidão, promovendo ações relevantes de preparo e emprego da Força Terrestre apoiadas com efetividade pela capacidade da logística militar terrestre e pela atuação no campo cibernético. O Projeto Força 40 busca visualizar com quais capacidades a Força Terrestre deve estar dotada para enfrentar os desafios da defesa no horizonte de 2040. Nesse sentido, busca-se visualizar como que a implementação da IA pode multiplicar o Poder de Combate da Força Terrestre Brasileira, amplificando sua capacidade de superar seus desafios.		
Domínio da Investigação	Domínio	Ciências Militares	
	Área	20. Técnicas e Tecnologias Militares	
	Subárea	20.18 Tecnologias Militares Emergentes e Disruptivas	
Objeto da Investigação	A implantação da IA na Força 40		
Delimitação	Domínios	Espaço	Exército Brasileiro
		Conteúdo	Implantação da IA na FTer
		Tempo	De abril de 2024 até a atualidade
Metodologia de Investigação	Metodologia de raciocínio		Dedutivo
	Estratégia de Investigação		Mista
	Desenho de Pesquisa		Estudo de Caso.



Problema de Investigação	Objetivo Geral	Analisar a incorporação da IA na Força 40				
	Questão Central	Como a IA pode ser incorporada na Força 40 de modo a maximizar o seu Poder de Combate?				
	Objetivos Específicos	Questões Derivadas	Conceitos	Dimensões	Variáveis	Técnicas de recolha de dados:
Problema de Investigação	OE 1 – Analisar a geração do Poder de Combate da FTer brasileira	QD1 – De que forma é organizada a geração do Poder de Combate da FTer brasileira?	Força Terrestre Brasileira	Poder de Combate	Elementos constitutivos do Poder de Combate	- Pesquisa documental - Questionário
	OE 2 – Analisar a implementação de IA nas FA de países da NATO.	QD2 – Como tem sido feita a implementação da IA nas Forças da NATO?	Inteligência Artificial Poder de Combate	Inteligência Artificial	Implantação da IA em FA	- Pesquisa documental



Apêndice B — Questionário

A Implementação da Inteligência Artificial na Força Terrestre Brasileira

B *I* U ↺ ↻

A **Inteligência Artificial** (IA) é uma tecnologia emergente e disruptiva que está sendo incorporada às capacidades das Forças Armadas mundialmente.

Nosso objetivo, é perceber como a implantação da IA na Força Terrestre (F Ter) Brasileira poderá aumentar o Poder de Combate da Força. Entendendo o **Poder de Combate** como a junção das seis **Funções de Combate** (F Cmb): Comando e Controle, Fogos, Inteligência, Logística e Movimento e Manobra, e Proteção; e dos outros dois **elementos**: liderança e informações, esse questionário destina-se a perceber **em que elemento a implementação da IA poderia ser priorizada a fim de provocar o máximo de rendimento**.

Este questionário destina-se a subsidiar a pesquisa no âmbito do Curso de Estado-Maior Conjunto do Instituto Universitário Militar.

O tempo médio de resolução do questionário é de 5 minutos.

Desde já, agradecemos sua contribuição.

E-mail *

E-mail válido

Este formulário está coletando e-mails. [Alterar configurações](#)

Qual o seu nível de compreensão sobre Inteligência Artificial (IA)? *

- ☐ Apenas sei que IA existem.
- ☐ Entendo as potencialidades das IA.
- ☐ Além de entender as potencialidades da IA, costumo utilizar algum tipo de IA com alguma frequência.
- ☐ Entendo as potencialidades das IA e tenho alguma compreensão do funcionamento dessa tecnologia.
- ☐ Consigo programar sistemas que utilizam IA.

/



O senhor acredita que o investimento em IA sobre **qual elemento do Poder de Combate** provocará o **máximo de aproveitamento** no Poder de Combate como um todo? *

De forma geral: se o Sr só puder investir em **um elemento**, qual o Sr escolheria?

- ☐ F Cmb Comando e Controle
- ☐ F Cmb Fogos
- ☐ Elm Informações
- ☐ F Cmb Inteligência
- ☐ Elm Liderança
- ☐ F Cmb Logística
- ☐ F Cmb Movimento e Manobra
- ☐ F Cmb Proteção

O senhor acredita que o investimento em IA sobre qual elemento do Poder de Combate provocará o **segundo maior aproveitamento** no Poder de Combate como um todo? *

De forma geral: se o Sr só puder investir em **mais um elemento**, qual o Sr escolherá? Por favor, não repita a escolha anterior!

- ☐ F Cmb Comando e Controle
- ☐ F Cmb Fogos
- ☐ Elm Informações
- ☐ F Cmb Inteligência
- ☐ Elm Liderança
- ☐ F Cmb Logística
- ☐ F Cmb Movimento e Manobra
- ☐ F Cmb Proteção

Impactos Cruzados

O investimento em **um elemento** do Poder de Combate certamente trará reflexos sobre **outros elementos**.

Como o Sr avalia que a **implementação de IA** sobre determinado elemento do Poder de Combate será percebido sobre os demais elementos?

Observação: **NÃO** estamos avaliando o reflexo sobre o Poder de Combate como um todo, mas **sobre os outros elementos**.



Função de Combate COMANDO E CONTROLE

Utilize a seguinte escala:

-1 (menos um): trará reflexos negativos

0 (zero): não trará reflexos

1 (um): tenderá a trazer algum reflexo positivo

2 (dois): trará reflexos positivos

3 (três): trará reflexos altamente positivos.

A implementação de IA na F Cmb COMANDO E CONTROLE trará reflexos nos demais elementos da seguinte maneira:

	-1	0	1	2	3
F Cmb Fogos	☐	☐	☐	☐	☐
Elm Informações	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Inteligência	☐	☐	☐	☐	☐
Elm Liderança	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Logística	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Movimento e Manobra	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Proteção	☐	☐	☐	☐	☐

Função de Combate FOGOS

Utilize a seguinte escala:

-1 (menos um): trará reflexos negativos

0 (zero): não trará reflexos

1 (um): tenderá a trazer algum reflexo positivo

2 (dois): trará reflexos positivos

3 (três): trará reflexos altamente positivos.

A implementação de IA na F Cmb FOGOS trará reflexos nos demais elementos da seguinte maneira:

	-1	0	1	2	3
F Cmb Comando e Controle	☐	☐	☐	☐	☐
Elm Informações	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Inteligência	☐	☐	☐	☐	☐
Elm Liderança	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Logística	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Movimento e Manobra	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Proteção	☐	☐	☐	☐	☐



Elemento INFORMAÇÕES

Utilize a seguinte escala:

- 1 (menos um): trará reflexos negativos
- 0 (zero): não trará reflexos
- 1 (um): tenderá a trazer algum reflexo positivo
- 2 (dois): trará reflexos positivos
- 3 (três): trará reflexos altamente positivos.

A implementação de IA no Elm INFORMAÇÕES trará reflexos nos demais elementos da seguinte maneira:

	-1	0	1	2	3
F Cmb Comando e Controle	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Fogos	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Inteligência	☐	☐	☐	☐	☐
Elm Liderança	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Logística	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Movimento e Manobra	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Proteção	☐	☐	☐	☐	☐

Função de Combate INTELIGÊNCIA



Utilize a seguinte escala:

- 1 (menos um): trará reflexos negativos
- 0 (zero): não trará reflexos
- 1 (um): tenderá a trazer algum reflexo positivo
- 2 (dois): trará reflexos positivos
- 3 (três): trará reflexos altamente positivos.

A implementação de IA na F Cmb INTELIGÊNCIA trará reflexos nos demais elementos da seguinte maneira:

	-1	0	1	2	3
F Cmb Comando e Controle	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Fogos	☐	☐	☐	☐	☐
Elm Informações	☐	☐	☐	☐	☐
Elm Liderança	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Logística	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Movimento e Manobra	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Proteção	☐	☐	☐	☐	☐



Elemento LIDERANÇA

Utilize a seguinte escala:

- 1 (menos um): trará reflexos negativos
- 0 (zero): não trará reflexos
- 1 (um): tenderá a trazer algum reflexo positivo
- 2 (dois): trará reflexos positivos
- 3 (três): trará reflexos altamente positivos.

A implementação de IA no Elm LIDERANÇA trará reflexos nos demais elementos da seguinte maneira:

	-1	0	1	2	3
F Cmb Comando e Controle	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Fogos	☐	☐	☐	☐	☐
Elm Informações	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Inteligência	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Logística	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Movimento e Manobra	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Proteção	☐	☐	☐	☐	☐

Função de Combate LOGÍSTICA

Utilize a seguinte escala:

- 1 (menos um): trará reflexos negativos
- 0 (zero): não trará reflexos
- 1 (um): tenderá a trazer algum reflexo positivo
- 2 (dois): trará reflexos positivos
- 3 (três): trará reflexos altamente positivos.

A implementação de IA na F Cmb LOGÍSTICA trará reflexos nos demais elementos da seguinte maneira:

	-1	0	1	2	3
F Cmb Comando e Controle	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Fogos	☐	☐	☐	☐	☐
Elm Informações	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Inteligência	☐	☐	☐	☐	☐
Elm Liderança	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Movimento e Manobra	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Proteção	☐	☐	☐	☐	☐



Função de Combate MOVIMENTO E MANOBRA

Utilize a seguinte escala:

- 1 (menos um): trará reflexos negativos
- 0 (zero): não trará reflexos
- 1 (um): tenderá a trazer algum reflexo positivo
- 2 (dois): trará reflexos positivos
- 3 (três): trará reflexos altamente positivos.

A implementação de IA na F Cmb MOVIMENTO E MANOBRA trará reflexos nos demais elementos da seguinte maneira:

	-1	0	1	2	3
F Cmb Comando e Controle	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Fogos	☐	☐	☐	☐	☐
Elm Informações	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Inteligência	☐	☐	☐	☐	☐
Elm Liderança	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Logística	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Proteção	☐	☐	☐	☐	☐

Função de Combate PROTEÇÃO

Utilize a seguinte escala:

- 1 (menos um): trará reflexos negativos
- 0 (zero): não trará reflexos
- 1 (um): tenderá a trazer algum reflexo positivo
- 2 (dois): trará reflexos positivos
- 3 (três): trará reflexos altamente positivos.

A implementação de IA na F Cmb PROTEÇÃO trará reflexos nos demais elementos da seguinte maneira:

	-1	0	1	2	3
F Cmb Comando e Controle	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Fogos	☐	☐	☐	☐	☐
Elm Informações	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Inteligência	☐	☐	☐	☐	☐
Elm Liderança	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Logística	☐	☐	☐	☐	☐
F Cmb Movimento o Manobra	☐	☐	☐	☐	☐