



CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES

2º TEN ALEXANDRE TEIXEIRA ARAUJO

**O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA A ANÁLISE DE ALVOS
NO SISTEMA ASTROS**

**Formosa – GO
2023**



CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES

2º TEN ALEXANDRE TEIXEIRA ARAUJO

**O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA A ANÁLISE DE ALVOS
NO SISTEMA ASTROS**

Trabalho acadêmico apresentado ao Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, como requisito para a especialização em Operação do Sistema de Mísseis e Foguetes.

**Formosa – GO
2023**



**MINISTÉRIO DA DEFESA EXÉRCITO BRASILEIRO
COMANDO MILITAR DO PLANALTO
CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES DIVISÃO DE DOCTRINA E
PESQUISA**

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: 2º TEN ALEXANDRE TEIXEIRA ARAUJO

**TÍTULO: O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA A ANÁLISE DE ALVOS NO
SISTEMA ASTROS**

Trabalho acadêmico apresentado ao Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, como requisito para a especialização em Operação do Sistema de Mísseis e Foguetes.

APROVADO EM ____ / ____ / 2023

CONCEITO: _____

BANCA EXAMINADORA

Membro	Menção Atribuída

ALEXANDRE TEIXEIRA ARAUJO – 2º TEN

O USO DE INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL PARA A ANÁLISE DE ALVOS NOSISTEMA ASTROS

Alexandre Teixeira Araujo
Ivan Wilson da Silva Junior

RESUMO

Em suma, a Inteligência Artificial está sendo cada vez mais utilizada no Exército em todo o mundo. As aplicações variam desde análise de dados e reconhecimento de padrões até a automação de tarefas repetitivas e tomada de decisões em tempo real. algumas das principais áreas em que a inteligência artificial pode ser aplicada incluem previsão e análise de situações de combate, gerenciamento de logística, treinamento e simulação e a robótica e drones. Diante desta breve contextualização, este trabalho tem por objetivo geral, apresentar por meio de uma revisão de literatura de abordagem qualitativa, o uso de inteligência artificial para a análise de alvos no Sistema ASTROS. Concluindo que o uso de inteligência artificial para analisar alvos no Sistema ASTROS pode ser uma ferramenta valiosa para aumentar a eficiência e precisão do processo de execução. Isso pode ajudar a melhorar a capacidade bélica do Brasil e garantir uma defesa territorial mais eficaz.

Palavras-chave: Alvo Militar. Inteligência Artificial Militar. Operação de Defesa Militar. Sistema ASTROS.

ABSTRACT

In short, Artificial Intelligence is being used more and more in the Army all over the world. Applications range from data analysis and pattern recognition to automating repetitive tasks and real-time decision making. some of the main areas where artificial intelligence can be applied include predicting and analyzing combat situations, logistics management, training and simulation, and robotics and drones. Given this brief contextualization, this work has the general objective, to present, through a literature review with a qualitative approach, the use of artificial intelligence for the analysis of targets in the ASTROS System. Concluding that the use of artificial intelligence to analyze targets in the ASTROS System can be a valuable tool to increase the efficiency and accuracy of the execution process. This can help improve Brazil's military capacity and ensure a more effective territorial defense.

Keywords: Military target. Military Artificial Intelligence. Military Defense Operation. ASTROS system.

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AED	Ação Estratégica de Defesa
ASTROS	<i>Artillery Saturation Rocket System</i>
CF	Constituição Federal
DCEM	Diretoria de Controle de Efetivo e Movimentações
EB	Exército Brasileiro
END	Estratégia Nacional de Defesa
EUA	Estados Unidos da América
FA	Forças Armadas
IA	Inteligência Artificial
MD	Ministério da Defesa
MTCR	<i>Missile Technology Control Regime</i>
PCA	Análise de Componentes Principais
PC	Pensamento Computacional
PND	Política Nacional de Defesa
SADMov	Sistema de Apoio à Decisão para Movimentações
SVMs	<i>Support-Vector Machine</i>

LISTA DE IMAGENS

Imagem 1 - Fluxograma de coleta de dados.....	18
Imagem 2 - <i>Chatbot</i> de Inteligência Artificial Max.....	24
Imagem 3 - Sistema ASTROS	28
Imagem 4 - Modelos de Viaturas ASTROS	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Busca pelas palavras-chaves	15
Tabela 2 - Aplicação dos filtros	15
Tabela 3 - Aplicação da pesquisa Booleana.....	16
Tabela 4 - Aplicação de critérios de refinamento	16

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 PROBLEMA	10
1.2 OBJETIVOS	11
1.2.1 Objetivo Geral	11
1.2.2 Objetivos Específicos	11
1.3 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES	11
2 METODOLOGIA	13
2.1 TIPO DE PESQUISA	13
2.2 LOCAL DA BUSCA BIBLIOGRÁFICA	14
2.3 PALAVRAS-CHAVES E PERÍODO DA BUSCA BIBLIOGRÁFICA	14
2.4 CRITÉRIOS PARA INCLUSÃO E EXCLUSÃO DOS TRABALHOS CIENTÍFICOS	15
2.5 PROCEDIMENTOS PARA SELEÇÃO DOS TRABALHOS CIENTÍFICOS	17
2.6 PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DOS TRABALHOS CIENTÍFICOS	19
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
3.1 A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL	20
3.1.1 A IA como ferramenta de modernização no Exército Brasileiro	21
3.1.2 A IA aplicada na movimentação de pessoal no Exército Brasileiro	24
3.2 O SISTEMA ASTROS E A ARTILHARIA DE CAMPANHA	26
3.3 A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO SUBSISTEMA DE BUSCA DE ALVOS SISTEMA ASTROS	29
3.4 AS MELHORIAS IMPOSTAS PELA IA NO SISTEMA DE COORDENADAS ...	31
3.4.1 O uso do banco de dados das entradas do sistema e suas respectivas saídas	32
3.5 A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO SUBSISTEMA DE BUSCA DE ALVOS SISTEMA ASTROS	33
3.5.1 A melhoria contínua do Sistema ASTROS com a criação de um banco de dados de coordenadas	34
3.5.2 Facilitação e precisão na rotina do operador do Sistema ASTROS	35
3.5.3 Melhorias na Defesa Nacional	36
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	37
REFERÊNCIAS	39

1 INTRODUÇÃO

O Brasil é um país a estrutura continental o coloca em posição de destaque (ALVES, 2020). Sendo assim, demanda uma organização militar de defesa robusta em termos táticos, tecnologias ou equipamentos. Assim, as grandezas patrimoniais e territoriais do Brasil, impõem a necessidade de suas Forças Armadas (FA) se manterem em constante e crescente desenvolvimento, objetivando a credibilidade em negociações internacionais, bem como a garantia da soberania nacional em uma situação de conflito (ALVES, 2020).

Isto porque, de acordo com a PND – Política Nacional de Defesa que é um documento condicionante cuja representação é e mais elevado nível de planejamento das ações com destino à defesa nacional, sendo estas ações coordenadas pelo MD – Ministério da Defesa, é essencial que o Brasil mantenha sua Defesa Nacional estruturada de forma compatível a sua estatura política e estratégica no cenário internacional, de acordo com a própria Política Nacional de Defesa (p. 29) “seria imprudente imaginar que um país com o potencial do Brasil não enfrente antagonismos ao perseguir seus legítimos interesses” (BRASIL, 2012).

Para tanto, a dissuasão é um aspecto fundamental na PND, uma estratégia voltada para evitar conflitos por meio de ações psicológicas em que, o país passa a demonstrar um elevado poderio bélico e tático de enfrentamento, ao demonstrar capacidades elevadas de se sobressair em um possível confronto, torna-se portanto, uma ameaça aos demais países que precisam enxergá-lo com cautela (COLZANI, 2022).

Embora o Brasil seja um país de tradições pacíficas e excelente diálogo internacional, cabe ao EB – Exército Brasileiro promover esta defesa desde os níveis estratégicos, até o preparo efetivo das tropas que precisam ser mantidas sempre bem treinadas e atualizadas tanto em táticas quanto em armamento, para que em uma eventual emergência sejam capazes de atuar prontamente (COLZANI, 2022).

Neste sentido, o Exército Brasileiro cumpre de forma ímpar a sua missão, e como qualquer organismo vivo, se mantém em uma ininterrupta atualização de mecanismos e processos para garantir o fiel cumprimento da Defesa Nacional. Em seus diversos projetos estratégicos visando a atualização e o pleno desenvolvimento

do poder de combate da Defesa Terrestre brasileira, o Exército Brasileiro faz uso do Sistema ASTROS - *Artillery Saturation Rocket System* que na atualidade representa um dos sistemas de maior potencial ostensivo para a Força Nacional (MELNISKI, 2019).

O Sistema ASTROS é composto por viaturas lançadoras de mísseis e foguetes que funcionam sob um sistema mecanizado de tecnologia complexa e avançada que vai de encontro aos objetivos da PND em promover e aumentar a dissuasão extrarregional na defesa do Brasil. Essas viaturas são operadas por subsistemas que em sua composição incluem radares, computadores de bordo, navegação por GPS, sistema inercial e por comunicação digital via rádio, além de conterem estação meteorológica, sendo um instrumento quase que autossuficiente em uma situação de combate por apresentar uma estrutura com sistemas mecânicos, hidráulicos, pneumáticos e com uma excelente autonomia de rodagem em um motor a diesel (MELNISKI, 2019).

Para sua utilização o Sistema ASTROS necessita de um operador para promover todo o seu funcionamento, ficando a encargo deste, todo o processo decisório. No entanto, o Exército Brasileiro, assim como as demais Instituições do país, vem se modernizando na busca por maior assertividade nos seus processos, e, principalmente, pela mitigação de erros e impactos negativos em suas ações (MELNISKI, 2019).

Neste sentido, a unificação do Sistema ASTROS com o uso da IA – Inteligência Artificial é capaz de promover e executar um planejamento estratégico, tático e operacional de uma forma minuciosa, assertiva e alinhado aos objetivos da Defesa Nacional sem que haja margem para erros humanos durante o processo de execução do Sistema ASTROS (SERRA, 2020).

O uso da Inteligência Artificial para analisar alvos no Sistema ASTROS vai de encontro aos objetivos da PND na busca por proporcionar ao Brasil o mais elevado nível estratégico e demonstração de capacidade bélica, sem que haja interferência humana no seu processo de execução, apresentando resultados satisfatórios e alinhados às propostas de defesas territoriais (SERRA, 2020).

1.1 PROBLEMA

Diante desta breve contextualização, o problema de pesquisa visa responder de que forma o uso da Inteligência Artificial corrobora aos objetivos da Política Nacional de Defesa, elevando a estrutura analítica da busca por alvos realizadas no Sistema ASTROS.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo Geral

O objetivo geral desta pesquisa é analisar por meio de uma pesquisa de metodologia bibliográfica o uso de inteligência artificial para a análise de alvos no Sistema ASTROS.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Apresentar o papel da IA – Inteligência Artificial no processo de Modernização do Exército Brasileiro;
- Compreender como funciona a análise de alvos no Sistema ASTROS e de que forma a IA implantaria melhorias neste processo;
- Entender de que forma a Inteligência Artificial possibilita ao operador do Sistema ASTROS maior assertividade no processo;
- Destacar a forma como o uso de um sistema de coordenadas integrado à IA no contexto do Sistema ASTROS pode impactar na eficiência das operações militares através da criação e abastecimento de um banco de dados de alvos.

1.3 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES

A escolha por esta temática se justifica diante da importância do Sistema ASTROS, tanto para o Exército Brasileiro, quanto para a sua estratégia de defesa. É um dos principais sistemas de defesa do exército conhecido por entusiastas em todo o país, tamanha a importância do Sistema ASTROS para a defesa territorial da nação.

Este Sistema embora seja uma tecnologia de ponta da Defesa Nacional, é

mantido em constante e ininterrupta busca por melhorias e atualizações. Neste sentido, a delimitação adotada vai de encontro a esta busca, tendo em vista que a Inteligência Artificial é um tema em voga e vem fomentando discussões em inúmeras esferas do conhecimento, o que não seria diferente na busca pela modernização do próprio Exército Brasileiro que se mantém atualizado diante de novas tecnologias que podem ser incorporadas em seu propósito de defesa.

Assim, o uso da IA no Sistema ASTROS na busca pela análise de alvos, torna o Sistema ainda mais assertivo, aumentando a sua credibilidade diante do cenário internacional de armamento, demonstrando inclusive o potencial ostensivo da Defesa Territorial Brasileira uma vez que, à Inteligência Artificial incorporada a este Sistema, consegue mitigar as possibilidades de equívocos humanos, bem como eliminar o fator risco, possibilitando um afastamento ainda maior do operador da área de combate.

Esta pesquisa visa contribuir para a ampliação do pensamento científico diante da delimitação adotada. Para tanto, sugere-se para desdobramentos futuros, que sejam analisados casos práticos a respeito da implantação e uso da Inteligência Artificial no processo de análise de alvos realizado pelo Sistema ASTROS.

2 METODOLOGIA

2.1 TIPO DE PESQUISA

Esse estudo é de natureza qualitativa, pois se trata de uma investigação sobre o uso de inteligência artificial para a análise de alvos no Sistema ASTROS. Indo ao encontro das ideias Godoy (1995a, p.58) afirma que:

“...a pesquisa qualitativa não procura enumerar e/ ou medir os eventos estudados, nem emprega instrumental estatístico na análise dos dados. Parte de questões ou focos de interesses amplos, que vão se definindo à medida que o estudo se desenvolve. Envolve a obtenção de dados descritivos sobre pessoas, lugares e processos interativos pelo contato direto do pesquisador com a situação estudada, procurando compreender os fenômenos segundo a perspectiva dos sujeitos, ou seja, dos participantes da situação em estudo.”

O autor Flick (2009) defende o uso da pesquisa qualitativa ao passo que as mudanças tecnológicas se tornam cada vez mais velozes diversificando assim contextos e perspectivas sociais. Bogdan e Biklen (1994) elencam algumas características para a pesquisa qualitativa:

- Na investigação qualitativa a fonte direta de dados é o ambiente natural constituindo o investigador o instrumento principal;
- A investigação é descritiva;
- Ocorre um maior interesse no processo do que nos resultados ou produtos;
- A análise dos dados é realizada de forma indutiva;
- O significado é de importância vital na abordagem qualitativa.

Portanto, a aplicação de uma pesquisa qualitativa foi de encontro ao objetivo de compreender que o fenômeno estudado tem relação direta com avanços tecnológicos e sociais, que no caso, é a aplicação da inteligência artificial para promover uma análise assertiva de alvos no Sistema ASTROS. Vale lembrar que Godoy (1995) alerta que no estudo qualitativo, ao se adotar um enfoque exploratório e descritivo deve-se estar aberto a novas dimensões ou elementos, vista a complexidade da realidade em questão, dessa forma o esquema teórico deve estar preparado para essas possíveis mudanças.

Sendo assim, este trabalho é composto por um estudo exploratório-descritivo que, de acordo com Gil (2008, p.61), “pode ser entendido como um estudo exploratório que tem a finalidade de familiarizar o aluno com a área de estudo na qual delimitou sua pesquisa”. A revisão de literatura narrativa apresentada, é pautada na análise do fenômeno estudado, onde, através da interpretação dos materiais selecionados é dado o parecer do autor frente ao contexto do tema.

Tal qual é dito por Lima e Miotto (2007, p. 2) “a pesquisa bibliográfica é composta por um conjunto ordenado de procedimentos”, as autoras destacam a necessidade de organizar e sistematizar os procedimentos de busca para que o estudo não se torne uma construção aleatória.

E, na construção da pesquisa bibliográfica, a fundamentação apresentada foi buscada em livros e artigos científicos os aspectos que norteiam a fundamentação teórica utilizando a metodologia descrita para versar acerca dos conceitos destacados.

2.2 LOCAL DA BUSCA BIBLIOGRÁFICA

O trabalho foi construído a partir de uma pesquisa realizada nas bases de dados científicas Google Acadêmico¹, CAPES² e SciELO - Scientific Electronic Library Online³ e a BDEX⁴ – Biblioteca Digital do Exército utilizando livros, artigos e documentos normativos em vigor para fundamentar a revisão bibliográfica proposta.

2.3 PALAVRAS-CHAVES E PERÍODO DA BUSCA BIBLIOGRÁFICA

As buscas foram realizadas no período de abril de 2023, utilizando as seguintes palavras-chaves: Alvo Militar. Inteligência Artificial Militar. Operação de Defesa Militar. Sistema ASTROS.

¹ Google Acadêmico. Disponível em <https://scholar.google.com.br/?hl=pt>

² CAPES. Disponível em <https://www-periodicos-capes-gov-br.ez1.periodicos.capes.gov.br/>

³ SciELO - Scientific Electronic Library Online. Disponível em <https://www.scielo.br/>

⁴ BDEX – Biblioteca Digital do Exército. Disponível em <https://bdex.eb.mil.br/>

2.4 CRITÉRIOS PARA INCLUSÃO E EXCLUSÃO DOS TRABALHOS CIENTÍFICOS

A técnica para coleta de dados ocorreu inicialmente através da busca pelas palavras-chaves. A seleção de materiais realizada nas bases de dados supracitadas com as palavras-chaves Alvo Militar. Inteligência Artificial Militar. Operação de Defesa Militar. Sistema ASTROS. E inicialmente apenas com a busca dos descritores totalizou 3.447 resultados conforme indica a Tabela 1 a seguir:

Tabela 1 – Busca pelas palavras-chaves

Palavras-chaves	Resultados
Alvo Militar	1.075
Inteligência Artificial Militar	133
Operação de Defesa Militar	1.438
Sistema ASTROS	801

Fonte: Autor (2023)

Sequencialmente os materiais foram triados a partir da aplicação dos seguintes filtros:

- **1º Filtro** - Recorte temporal de 2018 a 2023.
- **2º Filtro** - Idioma português e inglês.

A partir deste refinamento inicial, os resultados foram enxugados de 3.447 resultados obtidos na busca inicial apenas com os descritores, para 1.528 utilizando os descritores somados aos filtros de refinamento supracitados.

Tabela 2 – Aplicação dos filtros

Palavras-chaves	Resultados
Alvo Militar	536
Inteligência Artificial Militar	71
Operação de Defesa Militar	334
Sistema ASTROS	587

Fonte: Autor (2023)

Também foi aplicado enquanto filtro a Pesquisa Booleana com o operador inclusivo “*and*” + Estratégia Militar, fazendo com que os descritores abranjam a correlação com o tema do trabalho, ficando, portanto:

- Alvo Militar *and* Estratégia Militar;
- Inteligência Artificial Militar *and* Estratégia Militar;
- Operação de Defesa Militar *and* Estratégia Militar;
- Sistema ASTROS *and* Estratégia Militar.

Após o acréscimo da pesquisa Booleana em conjunto com os filtros supracitados, os resultados caíram de 1.528 achados para 246 resultados conforme evidenciado na Tabela 3 a seguir.

Tabela 3 – Aplicação da Pesquisa Booleana

Palavras-chaves	Resultados
Alvo Militar <i>and</i> Estratégia Militar	99
Inteligência Artificial Militar <i>and</i> Estratégia Militar	13
Operação de Defesa Militar <i>and</i> Estratégia Militar	115
Sistema ASTROS <i>and</i> Estratégia Militar	19

Fonte: Autor (2023)

Por fim, para selecionar os materiais a serem utilizados, aplicaram-se filtros de inclusão e exclusão, sendo os critérios de inclusão:

- Materiais revisados por pares.
- Materiais disponíveis de forma gratuita e na íntegra.
- Assunto: *Exército Brasileiro. Estratégia Militar. Inteligência Artificial.*

A busca final resultou em um total de 44 resultados a partir da aplicação dos critérios de refinamento e inclusão.

Tabela 4 – Aplicação dos critérios de refinamento

Palavras-chaves	Resultados
Alvo Militar	21
Inteligência Artificial Militar	4
Operação de Defesa Militar	16
Sistema ASTROS	3

Fonte: Autor (2023)

Com o intuito de promover mais um refinamento das buscas, atingindo um número menor de artigos a serem utilizados, aplicou-se enquanto critério de exclusão a retirada de materiais que não tratam da temática estudada, triando a partir da leitura dos resumos e foram excluídos os artigos que tratavam do tema fora da área resultando em 21 materiais detalhados.

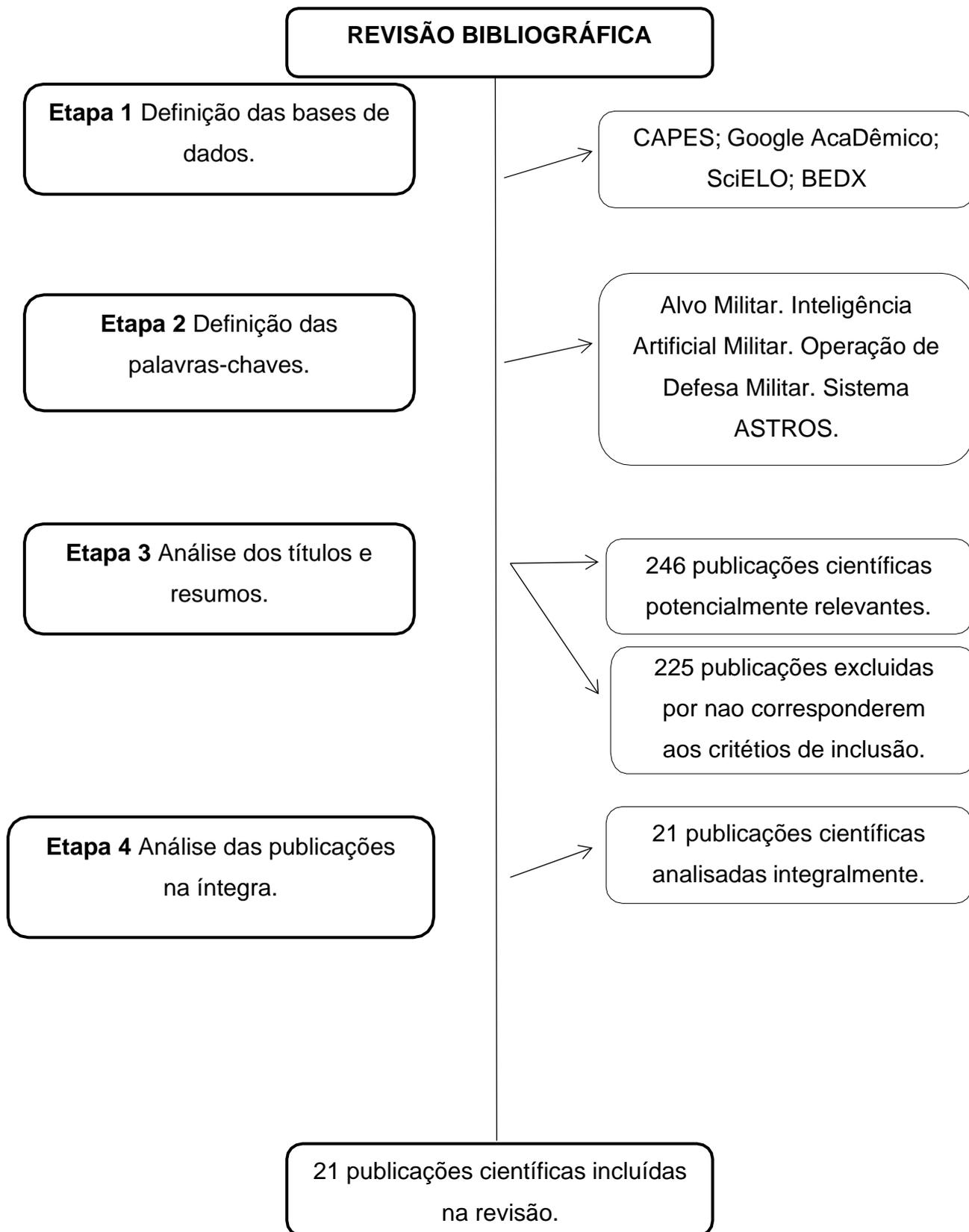
2.5 PROCEDIMENTOS PARA SELEÇÃO DOS TRABALHOS CIENTÍFICOS

A realização da coleta de dados para o trabalho, aplicando os critérios de busca supracitados, ocorreu no período de abril de 2023, embora, ao longo da construção do trabalho tenham sido agregadas algumas fontes para corroborar com o refinamento da pesquisa. De acordo com os critérios expostos, os artigos foram escolhidos através da leitura do título, resumo, introdução e resultados. Considerando para a sua seleção os seguintes fatores:

- Objetividade em relação ao assunto tratado;
- Precisão das informações;
- Imparcialidade no tratamento do tema;
- Clareza e coerência na disposição das ideias;
- Recorte temporal considerando os últimos cinco anos, no período de 2018 a 2023 na busca de materiais condizentes com o momento vivido.

Após a busca e leitura prévia para realização da triagem, a partir da verificação do encaixe dos materiais nos objetivos, os autores localizados foram incluídos no projeto. A seguir é apresentado um fluxograma (figura 1) que contém de forma sucinta a descrição desse processo de seleção.

Imagem 1 – Fluxograma de coleta de dados



2.6 PROCEDIMENTOS PARA ANÁLISE DOS TRABALHOS CIENTÍFICOS

Após a seleção dos materiais, todos os artigos foram lidos na íntegra. Para a coleta das informações: título, ano de publicação, objetivos, métodos, resultados principais e conclusões. Para a análise e posterior síntese dos textos incluídos nessa revisão, foram elaborados quadros sinóticos para ajudar a hierarquizar os tópicos a serem escritos na fundamentação teórica.

Para o desenvolvimento, utilizou-se o método dedutivo, que depende de lógica haja vista que este método parte de uma ideia geral para uma específica, e busca relacionar a veracidade da conclusão com a legitimidade das premissas analisadas. Sendo assim, visando garantir a confiabilidade da estratégia, alcançando assim, resultados verídicos, considerou três aspectos a saber:

- A triangulação de dados onde a coleta ocorreu de forma distinta e por meio de pesquisa documental;
- A busca de fontes diversas para confrontar os dados entre fontes distintas, com o intuito de encontrar similaridade para a validação dos achados. Esta opção é em virtude da saturação natural que ocorre quando se utiliza um único tipo de fonte para o abastecimento de dados;
- A validação cruzada, para garantir a confiabilidade da estratégia e o alcance de resultados verídicos.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL

Ao longo da história mundial, a humanidade passou por profundas transformações amparadas pelas evoluções tecnológicas. A princípio os processos que eram realizados pela força humana viram com a criação da máquina a vapor como um grande salto na humanidade tendo início a primeira Revolução Industrial, séculos depois máquinas muito mais sofisticadas foram tomando conta das fábricas ao redor do mundo (MOTA, 2019).

E, mais uma vez isso está prestes a mudar com a 4ª Revolução Industrial ou Indústria 4.0. A Indústria 4.0 traz um novo horizonte para a humanidade onde os acontecimentos podem ser previstos, monitorados de forma integrada gerando dados que se comunicam em tempo real a partir de um banco de dados único (MOTA, 2019).

Ainda de acordo com o autor supracitado, com base nesse banco de dados, decisões podem ser tomadas de forma automática e remota, através da comunicação online entre dispositivos interconectados responsáveis por monitorar esses eventos (MOTA, 2019).

Este conceito surgiu na década de 1950 quando os cientistas Allen Newell, Herbert Simon, Marvin Minsky, Oliver Selfridge e John McCarthy criaram na Universidade de Carnegie Mellon, na cidade de Pittsburgh localizada no estado da Pensilvânia no EUA – Estados Unidos da América, o primeiro laboratório de Inteligência Artificial – IA do mundo (MOTA, 2019).

O objetivo inicial deste laboratório era desenvolver máquinas que reproduzissem a capacidade de pensamento e ação humana, a ideia não se concentrava na criação de humanoides, mas sim em promover a automatização da manufatura e assim, aumentar a produtividade das linhas de produção, gerando maior competitividade com a indústria internacional através de fábricas inteligentes (*smart manufacturing*) (COLZANI, 2022). Inicialmente, os cientistas Newell, Simon, e J. C. Shaw deram início a uma tecnologia que transformaria os rumos da indústria e do mundo nas próximas décadas através da adoção de um processamento simbólico desenvolveram um sistema que utilizava como base os símbolos, em vez de fazerem uso de sistemas baseados em codificações numéricas (COLZANI, 2022). Esta idealização foi um salto significativo para a criação do termo “Inteligência

Artificial”, porque o sistema era programado para desenvolver um “pensamento

computacional” que interpretasse tal simbologia reproduzindo o pensamento humano, tal forma de tratar do assunto balizou todos os trabalhos subsequentes que foram sendo cada vez mais aprimorados neste campo do conhecimento (CASTILHO, 2022).

De acordo com Castilho (2022), o termo “pensamento computacional” aplicado à Inteligência Artificial pode gerar confusão entre pessoas leigas, sendo associado ao uso do computador, entretanto, o termo descreve justamente a condução do pensamento humano de uma forma sistemática, tal qual um computador, por isso “Inteligência Artificial” remete a programação de um sistema em simular um pensamento humano, a aplicação do PC - Pensamento Computacional na IA obedece a uma sequência lógica de passos que estruturam a busca por uma resolução.

Portanto, fazem parte do processo de aplicação do pensamento computacional os modelos de raciocínio indutivo, abdutivo e dedutivo (CASTILHO (2022)). Embora cada tipo de raciocínio possa ser utilizado em diferentes cenários, o seu uso é essencial em meio a aplicação das habilidades do PC melhorar o processoresolutivo na Inteligência Artificial modulando o desenvolvimento de soluções mentais sem o amparo de um operador humano para direcionar estas resoluções (CASTILHO (2022)).

Isto porque, a IA em seu contexto de reprodução do pensamento e da ação humana é capaz de agir de forma mais assertiva do que um operador humano na maioria dos contextos em que é aplicada e que dispensam uma análise “sentimental”, assim sendo, contextos que são puramente analíticos e racionais, podem fazer um amplo uso da Inteligência Artificial, minimizando erros impulsionados pelo fator humano (COLZANI, 2022, p. 8).

A Inteligência Artificial se tornou uma realidade reconhecida mundialmente, e parte integrante da chamada de Quarta Revolução Industrial, que é marcada pela era da informação digital. A tecnologia da informação se torna parte integral dos processos industriais, e decisões são tomadas de forma automática a partir do uso da IA por meio de um grande conjunto de dados armazenados, chamado de Big Data (COLZANI, 2022).

Para que a nova Indústria 4.0 torne factível o uso massivo da Inteligência Artificial, requeresse a adoção de uma infraestrutura tecnológica formada por sistemas físicos e virtuais com o apoio de Big Data, Analytics¹, robôs automatizados, simulações, manufatura avançada, realidade aumentada e da internet das coisas (COLZANI, 2022).

Entretanto, Castilho (2022), destaca que embora pareça ainda um conceito futurista, o mundo já se encontra inserido nessa tecnologia, atualmente só no Brasil existem cerca de 150 milhões de aparelhos conectados, movimentando cerca de U\$ 4 Bilhões de Dólares ao ano.

Um exemplo simples do uso da Inteligência Artificial na rotina são as “geladeiras inteligentes” que ao detectarem a falta de determinado item, emitem uma ordem de compra ao supermercado, debitando o valor diretamente do cartão do morador daquela residência, que irá receber sua mercadoria por *delivery* (COLZANI, 2022).

Até poucas décadas atrás a IA era considerada um tópico cinematográfico inserido em filmes de ficção científica, apresentado por robôs humanoides, entretanto, a presença da Inteligência Artificial está cada vez mais inserida no cotidiano das pessoas comuns, das empresas de todos os segmentos, em especial das de manufatura avançada e inclusive nas forças armadas (CASTILHO, 2022).

Isto porque, ainda de acordo com o autor supracitado, a Inteligência Artificial faz parte do controle de uma série de máquinas e equipamentos como os *smartphones*, *smart TVs*, os computadores de bordo dos carros, entre outros inúmeros exemplos (CASTILHO, 2022).

3.1.1 A IA como ferramenta de modernização no Exército Brasileiro

Em sinergia aos avanços industriais e por meio da implementação da Inteligência Artificial, o Exército Brasileiro (EB), vem ao longo das últimas décadas incorporando transformações de forma que as configurações estratégicas das Forças Armadas estejam alinhadas à estatura do país (MOTA, 2019).

De acordo com Alves (2020, p. 132) “ a Estratégia Nacional de Defesa (END), em sua Ação Estratégica de Defesa (AED) nº 28, estabelece a necessidade de haver uma adequação dos efetivos do Setor de Defesa”, nesta afirmação, observa-se que a modernização das Forças Armadas é parte integrante da sua Estratégia de Defesa.

Assim sendo, Castilho (2022) destaca que entre os anos 2021-2022 o então Comandante em exercício, General de Exército Paulo Sérgio Nogueira de Oliveira reitera o compromisso do Exército Brasileiro em figurar adequado à Era do Conhecimento, tendo um contingente plenamente formado e com uma estrutura modernizada e fortalecida que faça jus a um grande nação, com um quadro altamente qualificado e motivado. Abaixo, segue em grifo do autor, a fala na íntegra do então

Comandante Gen. Ex. Paulo Sérgio Nogueira de Oliveira.

“A minha intenção é intensificar as ações que tenham por objetivos a transformação e a modernização do Exército Brasileiro, para que esteja plenamente inserido e adequado à Era do Conhecimento, bem como fortalecer a dimensão humana da Força, em especial no que tange ao contínuo aprimoramento da capacitação profissional-militar, ao culto aos valores e às tradições e ao apoio à Família Militar, contribuindo, assim, com a solidez da coesão interna e com a disponibilidade de quadros altamente qualificados e motivados” (BRASIL, 2021, grifo do autor).

Em consonância a este compromisso firmado pelas FA, e, reiterado pela fala do Gen. Ex. Paulo Sérgio Nogueira de Oliveira, o Exército Brasileiro tem buscado o aperfeiçoamento na gestão de pessoal e, também uma gestão austera dos recursos tecnológicos existentes, mas, em especial na incorporação de novas tecnologias que fomentem as suas estratégias de defesa (FERNANDES, 2022).

Ainda de acordo com o autor supracitado, o comandante subsequente que assumiu o comando em 2022 o também General de Exército Marco Antônio Freire Gomes reiterou o compromisso de modernização das Forças Armadas e acrescentou diante das premissas estabelecidas por seu antecessor que o EB prosseguiria rumo à modernização de seu contingente pessoal e bélico, incorporando a partir da Tecnologia da Informação e Comunicação, as TIC's mecanismos de atualização constante dos sistemas corporativos e das ferramentas que se encontram à disposição da Instituição, buscando com esta medida tornar os processos internos do EX ágeis e acessíveis (FERNANDES, 2022).

O Comandante em exercício, General de Exército Tomás Miguel Ribeiro Paiva assumiu a gestão das Forças Armadas a partir da troca de Governo, tomando posse em janeiro de 2023 reforçou a crescente importância sobre o desenvolvimento e modernização das Forças Armadas, reiterando o compromisso com os avanços da defesa à Pátria (BRASIL, 2023).

Embora a busca pela modernização e a inserção da Inteligência Artificial em benefício dos assuntos do Exército Brasileiro seja um tópico discutido na atualidade, este compromisso firmado pelo Exército Brasileiro com a sociedade vai de encontro com o que estabelece a Constituição Cidadã, a CF – Constituição Federal de 1988 que em seu Art. 142, estabelece as seguintes atribuições às FA “a defesa da Pátria; a garantia da lei e da ordem; e a garantia dos poderes constitucionais” (WEILER, 2022).

Ainda de acordo com Weiler (2022), o uso da Inteligência Artificial dentro do

Exército Brasileiro é inserido na busca pela automatização assertiva. Tendo em vista que a IA tem por base a realização de tarefas automatizadas que, a priori, seriam desempenhadas por um operador humano. A IA dentro do Exército Brasileiro pode ser empenhada em uma série de contextos conforme exemplificado a seguir:

- **Previsão e análise de situações de combate:** a inteligência artificial pode ser usada para analisar grandes quantidades de dados, como imagens de satélite e informações de sensores, para prever possíveis cenários de combate e ajudar a tomar decisões estratégicas.
- **Gerenciamento de logística:** a inteligência artificial pode ser usada para gerenciar o estoque de suprimentos e recursos em tempo real, prevendo as necessidades futuras com base em padrões de uso passados.
- **Treinamento e simulação:** a inteligência artificial pode ser usada para criar simulações realistas de cenários de combate, permitindo que soldados e equipes sejam treinados em ambientes seguros e controlados.
- **Robótica e drones:** a inteligência artificial pode ser usada para controlar robôs e drones autônomos, permitindo que eles realizem tarefas perigosas ou de risco sem a necessidade de colocar soldados em perigo.

Em uma escala mais simplificada, o Exército Brasileiro também possui contato com a inteligência artificial por meio do *chatbot*, o soldado Max, este *chatbot* é baseado na tecnologia da IA e está em uso a cerca de um ano pelas Forças Armadas, seu papel é mapear os comportamentos dos usuários nas redes sociais das FA gerando uma análise deste comportamento, além de promover respostas imediatas, 24 horas por dia nos principais canais de contato da população com o Exército Brasileiro como o aplicativo messenger presente na plataforma Meta que corresponde ao Facebook e Instagram, o *chatbot* Max também está presente no Telegram.

Imagem 2 – Chatbot de Inteligência Artificial Max



Fonte: Brasil (2020)

Em uma tentativa de se aproximar ainda mais da população, o Exército Brasileiro viu em Max uma possibilidade de otimizar os atendimentos por meio da IA além de apresentá-lo de uma forma lúdica e criativa conforme visto na Imagem 2 supracitada. Assim, o emprego da inteligência artificial no atendimento imediato das redes sociais do EB favoreceu a aproximação da população brasileira com as Forças Armadas, esclarecendo dúvidas em tempo inferior a 10 segundos (BRASIL, 2020).

Este uso dentro do EB é essencial uma vez que o Exército é uma Instituição que deve agir com máxima assertividade e agilidade perante a sociedade. Assim, o uso da Inteligência Artificial que pode ser aplicado em uma série de contextos como o exemplo supracitado que é direcionado para o atendimento das redes sociais, favorece a modernização da Instituição, além de possibilitar a realocação do recurso humano em pontos de melhor uso, dispensando um atendimento humano, uma vez que o chatbot Max foi programado para proporcionar um atendimento de excelência a população e vem sendo elogiado pelos usuários (ALVES, 2020).

No mais, o uso da Inteligência Artificial dentro do Exército Brasileiro, já nos aspectos processuais e de combate, permite a prevenção de falhas, a melhoria automatizada e contínua de processos de forma autônoma, uma vez que a Inteligência Artificial pode ser programada para operar de forma auto organizada (ALVES, 2020).

3.1.2 A IA aplicada na movimentação de pessoal no Exército Brasileiro

A Defesa Nacional vem sendo aprimorada, e passa por uma profunda transformação organizacional, em paralelo, o mundo observa uma revolução tecnológica com a difusão da Inteligência Artificial em todas as esferas sociais. Diante desta transformação global, o Exército Brasileiro vem fazendo uso da IA no seu processo de tomada de decisões e também na movimentação de pessoal e equipamentos (VOLBER, 2018).

Na prática, a Inteligência Artificial já está inserida na esfera da movimentação de pessoal do Exército Brasileiro, a DCEM - Diretoria de Controle de Efetivo e Movimentações faz uso de um sistema informatizado que fornece auxílio automatizado para escolhas do operador humano, o SADMov - Sistema de Apoio à Decisão para Movimentações (VOLBER, 2018).

O SADMov foi criado pelo DCT – Departamento de Ciência e Tecnologia do EB que é o órgão regulador do DCEM e do CDS – Centro de Desenvolvimento de Sistemas, estes órgãos desenvolveram este sistema que faz uso de um algoritmo para regular assertivamente as tomadas de decisões que geram a movimentação de pessoal (GONÇALVES, 2020).

3.2 O SISTEMA ASTROS E A ARTILHARIA DE CAMPANHA

O Programa Estratégico do Exército conta com o Sistema ASTROS que é fruto da inovação da indústria de Defesa Nacional, foi inicialmente fabricado pela empresa AVIBRAS na década de 1980 e desde então, vem sendo aprimorado a partir da incorporação de novas tecnologias (BARROS, 2020).

Anastácio (2020), cita que ele parte responsável pela ampliação da dissuasão na estratégia de Defesa da Pátria. Sistema ASTROS (Artillery Saturation Rocket System) faz parte programas indutores da Defesa Nacional, é parte integrante da Artilharia de Campanha, e, de acordo com o prescrito no manual EB70-MC-10.224 (2019 p.2-2):

A Artilharia de Campanha, de acordo com a natureza, classifica-se em Motorizada, Blindada, Mecanizada, Paraquedista, Aeromóvel, de Selva, de Montanha e de Mísseis e Foguetes (grifo do autor).

Ainda de acordo com o Manual EB70-MC-10.224, (2019, p.2-2 e p.2-3), cabe a

artilharia a realização das seguintes tarefas:

2.4.11 ARTILHARIA DE CAMPANHA DE MÍSSEIS E FOGUETES

2.4.11.1 A Artilharia de Campanha de Mísseis e Foguetes é constituída pelos Grupos de Mísseis e Foguetes, dotados de lançadores de mísseis e foguetes, com a missão de realizar fogos contra alvos táticos e alvos de interesse dos níveis operacionais e estratégicos.

2.4.11.2 Tarefas Específicas

2.4.11.2.1 A Artilharia de Campanha de Mísseis e Foguetes executa as seguintes tarefas:

- a) desencadear, em curto espaço de tempo, uma considerável massa de fogos capaz de saturar uma área, neutralizando ou destruindo alvos inimigos;
- b) entrar e sair de posição rapidamente;
- c) engajar, simultaneamente, diversos alvos, mantendo uma boa massa de fogos sobre eles;
- d) deslocar-se, com rapidez, mesmo através campo;
- e) realizar rápida ajustagem sobre alvos inopinados;
- f) operar com técnicas de direção de tiro tradicionais e/ou automatizadas (exceção do Míssil Tático de Cruzeiro - MTC);
- g) operar com diferentes tipos de foguetes, possibilitando variações de alcance e calibre, de acordo com a natureza do alvo, com a sua localização e com o efeito desejado;
- h) utilizar em suas munições carga militar de emprego geral ou especial e combiná-las com diferentes tipos de espoleta;
- i) engajar alvos estratégicos, nas primeiras fases do conflito; e alvos operacionais e táticos no desenrolar da manobra;
- e j) ser transportado nos três modais: aéreo, aquático e terrestre, graças as suas dimensões e peso.

Em sua composição, Barros (2020), destaca que a Artilharia de Campanha conta com oito subsistemas sendo eles a (i) Linha de Fogo; (ii) Observação; (iii) Busca de Alvos; (iv) Topografia; (v) Meteorologia; (vi) Comunicações; (vii) Logística e (viii) Direção e Coordenação. Esta composição favorece a atuação sistêmica da Artilharia de Campanha que é gerida a partir de um conjunto de operadores humanos, processos e mecanismos integrantes à função de combate.

Neste sentido, Cerqueira (2019), destaca que o sistema ASTROS integra este programa de Artilharia de Campanha por meio do lançamento de foguetes e mísseis. As viaturas lançadoras do Sistema ASTROS possui elevada mobilidade, além de ser dinâmico, podendo realizar o lançamento de mísseis e foguetes de diferentes calibres em distâncias longas, o que o insere como um dos principais instrumentos da defesa nacional.

Uma vez que, conforme dito por Oliveira (2018 p. 41), “um sistema de armas estratégico com elevado poder de dissuasão, precisa necessariamente ser um

instrumento de fácil locomoção, grande alcance, e atingir o alvo de forma significativa”. Assim, o Sistema ASTROS conforme apresenta a Imagem 3 a seguir, representa de forma singular um sistema estratégico de dissuasão do inimigo.

Imagem 3 – Sistema ASTROS



Fonte: Fernandes (2022)

Em sua composição, este Sistema conta com viaturas MK3M (modernizadas) e MK6, todas elas lançadoras para foguetes de saturação de área SS-30, SS-40, SS-60 e SS-80, também possui um modelo de treinamento composto pelo foguete TS-09 70. Abaixo, a imagem 4 apresenta os modelos de viaturas utilizadas no Sistema ASTROS.

Imagem 4 – Modelos de Viaturas ASTRO



Fonte: Alves (2020)

Ainda de acordo com o autor acima, os avanços e modernização das Forças Armadas Brasileira, favoreceram também a evolução do Sistema ASTROS que na atualidade é um dos sistemas mais versáteis do mundo, tendo uma excelente flexibilidade de uso por ser um sistema adaptável a diversas aplicações diante da sua modularidade. É um sistema sustentável e conta com uma elevada capacidade de ação, atendendo aos requisitos de mobilidade tática por meio da rápida concentração ou dispersão, sendo um elemento estratégico do Exército Brasileiro (LORETO, 2020).

3.3 A INTELIGÊNCIA ARTIFICIAL NO SUBSISTEMA DE BUSCA DE ALVOS SISTEMA ASTROS

Em linhas gerais, Liecht (2019), destaca que as viaturas ASTROS já possuem tecnologia de ponta, sendo capazes de entrar e sair de posição rapidamente, além de serem estratégicas para serem deslocadas por via marítima ou terrestre podendo ser locomovidas em todo o território nacional.

O autor reforça que diante das capacidades técnicas de saturação de área do Sistema ASTROS o mesmo permite que sejam disparados diferentes tipos de foguetes, assim, esta ferramenta dissuasória e de presença é capaz de realizar um amplo mapeamento de alvos na sua idealização estratégica (LIECHT, 2019).

No entanto, a dinâmica no uso da IA dentro de uma Instituição de Defesa prevê mudanças inesperadas nos processos no qual está inserida. Neste sentido, o uso da IA para o Sistema ASTROS fundamenta diante da análise dos alvos todas as possíveis mudanças logísticas inesperadas por um operador humano (ALVES, 2018).

Já existe nas Forças Armadas internacionais viaturas que fazem uso da Inteligência Artificial na análise de alvos e no disparo de mísseis, o sistema de identificação de alvos por inteligência artificial tem se mostrado eficiente uma vez que ele realiza um mapeamento minucioso de alvos prioritários em uma situação em que existam múltiplos inimigos por perto, o que seria desafiador para uma tropa de operadores humanos, uma vez que naturalmente, a agilidade de um sistema automatizado de mapeamento de alvos, supera a destreza humana (BASTO, 2020 p.57).

Cruz (2022), destaca que a aplicação da inteligência artificial no Sistema ASTROS possibilitaria a identificação de tropas inimigas se aproximando para alertar as tropas nacionais a cada mudança de localização permitindo uma retirada estratégica ou um confronto.

A inteligência artificial para o uso de mapeamento de alvos consegue trabalhar também na detecção de drones não tripulados, identificando possíveis ameaças aéreas em uma distância ainda maior, favorecendo assim, a segurança da tropa (CRUZ, 2022).

A aplicação de novas capacidades no sistema por meio da inserção da Inteligência Artificial, possibilita uma atuação ainda mais precisa na detecção de alvos, atingindo níveis estratégicos de alta performance (SERRA, 2020). O autor corrobora com Volber (2018) que avaliar que meios cibernéticos na dissuasão estratégica promovem maior incerteza nas tropas inimigas impossibilitando um rastreamento do efetivo nacional e favorecendo assim, a estratégia de defesa do Exército Brasileiro.

O uso da Inteligência Artificial já se tornou uma realidade na estratégia militar de 20 países, dentre eles, alguns com elevado poder bélico como Estados Unidos, Rússia e China, embora ainda existam algumas restrições quanto ao seu uso, muito países tem avançado no desenvolvimento e na implantação da IA dentro das tecnologias militares (CRUZ, 2022).

Seguindo esta linha, para o Brasil, faz sentido que os seus recursos de maior impacto de dissuasão como é o caso do sistema ASTROS estejam munidos também da IA enquanto melhoria para um sistema que já lida com tecnologia de ponta conforme elabora Cruz (2022), ainda de acordo com o autor, o uso e a aplicação da IA para fins militares dificulta a aproximação das forças inimigas por conta da sua assertividade na detecção de alvos.

Em suma, a aplicação da IA no Sistema ASTROS se torna uma via de mão dupla na estratégia de defesa, favorecendo não apenas o ataque de tropas inimigas, mas em especial, a defesa e a prevenção das tropas nacionais. Assim, a Inteligência Artificial potencializa ainda mais a capacidade deste sistema conforme dito por Weiler (2022).

É fato que para incorporar tais estratégias, se faz necessário que o sistema seja adaptado para estas capacidades complementares, de forma que se impossibilite para o oponente o rastreamento das operações das viaturas ASTROS. Vale ressaltar que, a aplicação desta tecnologia não é benéfica apenas para fins de estratégia militar, mas para toda a nação, pois conforme cita Weiler (2022, p. 36), “a execução de uma tecnologia militar nacional, fomenta não apenas a estratégia de defesa mas também o desenvolvimento científico e social que se beneficia das ramificações de tais descobertas”.

3.4 AS MELHORIAS IMPOSTAS PELA IA NO SISTEMA DE COORDENADAS

De acordo com Canto (2022), o sistema de coordenadas na inteligência artificial é uma forma de representar as informações de entrada e saída de um modelo de aprendizado de uma máquina que faça uso da IA em um espaço n-dimensional⁵. Em outras palavras, é uma técnica matemática que permite representar dados complexos em um formato que possa ser facilmente processado por algoritmos de aprendizado de máquina, sendo replicado e, principalmente aprimorado de forma eficiente.

Os dados são organizados em um espaço n-dimensional, onde cada dimensão representa uma característica ou variável diferente dos dados. Por exemplo, em um sistema de coordenadas bidimensional, os dados são organizados em um plano cartesiano, com um eixo representando uma característica e outro eixo representando outra característica. Em um sistema de coordenadas tridimensional, há um eixo extra para representar uma terceira característica (CANTO, 2022 p.43).

Em sua aplicação dentro da inteligência artificial, os sistemas de coordenadas são usados em muitas tarefas incluindo classificação, regressão e processamento de linguagem natural. Eles permitem que os modelos de aprendizado da máquina compreendam as relações entre diferentes variáveis e características dos dados, e como essas relações afetam as saídas desejadas do modelo (MOTA, 2019).

Existem várias vantagens do uso de sistemas de coordenadas na inteligência artificial, em especial destacam-se para fins militares a representação de dados complexos, onde estes sistemas de coordenadas permitem que sejam representados dados em um formato que pode ser facilmente processado por algoritmos de aprendizado de máquina. Isso é particularmente útil quando os dados possuem várias características ou dimensões que precisam ser levadas em consideração para uma análise adequada (MOTA, 2019).

Outra vantagem para fins militares é a compreensão de relações entre características uma vez que o sistema permite que os algoritmos de aprendizado de máquina entendam as relações entre diferentes características ou variáveis dos dados. Isso é essencial para muitas tarefas de inteligência artificial, como classificação, clusterização e regressão (MOTA, 2019).

⁵ Referência a um espaço matemático com um número variável de dimensões, onde cada dimensão é representada por uma coordenada. Por exemplo, em um espaço bidimensional, cada ponto é descrito por um par de coordenadas (x,y) em um plano cartesiano. Em um espaço tridimensional, cada ponto é descrito por um conjunto de três coordenadas (x, y, z) em um sistema de coordenadas espaciais.

3.4.1 O uso do banco de dados das entradas do sistema e suas respectivas saídas

O banco de dados de um sistema de coordenadas é um conjunto de informações que descreve os posicionamentos de um sistema com direcionamentos específicos (MOTA, 2019). De acordo com Canto (2022), o uso destas informações serve para transformar o mapeamento de pontos de um espaço com características específicas, em um espaço de coordenadas, permitindo que os dados sejam analisados por algoritmos de aprendizado de máquina.

Para que este banco de dados das entradas do sistema de coordenadas e suas respectivas saídas utilize as informações de posicionamento de forma assertiva, é essencial que se aplique um treinamento e validação de modelos direcionado ao aprendizado da máquina que utilizará este sistema (REHEM, 2019).

Esse banco de dados consiste em um conjunto de entradas, que representam pontos em um espaço de características, e suas respectivas saídas, que representam as coordenadas desses pontos no espaço de direcionamento a partir destas coordenadas (REHEM, 2019).

Por exemplo, suponha que um modelo de classificação de alvos esteja sendo treinado com um banco de dados de imagens. Cada imagem seria representada como um ponto em um espaço de características, onde cada dimensão do espaço de características representa um pixel da imagem. Esses pontos seriam então mapeados para um espaço de coordenadas bidimensional usando um sistema de coordenadas específico, como a análise de componentes principais (PCA), que é frequentemente usado para reduzir a dimensionalidade dos dados (REHEM, 2019).

As entradas seriam, portanto, as imagens e suas respectivas saídas seriam as coordenadas de cada imagem no espaço de coordenadas bidimensional. O modelo seria então treinado para aprender a mapear pontos no espaço de características para coordenadas no espaço de coordenadas usando um algoritmo de aprendizado de máquina, como redes neurais ou SVMs do inglês *Support-Vector Machine* (REHEM, 2019).

O banco de dados das entradas do sistema de coordenadas e suas respectivas saídas é importante para avaliar a precisão e desempenho dos modelos de aprendizado de máquina. Ele é usado para treinar, validar e testar modelos de

aprendizado de máquina, para que possam ser usados para fazer previsões precisas em dados futuros (REHEM, 2019).

3.5 MELHORIA NA PRECISÃO DOS ALVOS COM O USO DA IA

Na busca pela melhoria da identificação e análise de alvos no contexto militar, a inteligência artificial pode ser usada em sistemas de coordenadas para melhorar a precisão nesta busca. Isso é particularmente importante em operações militares, onde a precisão pode fazer a diferença entre a vitória e a derrota, ou entre salvar vidas ou perdê-las (CANTO, 2022). De acordo com Mota (2019), algumas das maneiras pelas quais a inteligência artificial pode melhorar a precisão dos alvos em sistemas de coordenadas militares incluem:

- **Análise de imagens:** esta análise é uma das aplicações mais comuns dentro da IA em sistemas de coordenadas militares, tendo em vista que ela ocorre com uma precisão elevada já que, os algoritmos de visão computacional podem analisar imagens de satélite ou drones e identificar alvos com alta precisão, mesmo em áreas de difícil acesso.
- **Processamento de dados:** A inteligência artificial pode ser usada para processar grandes quantidades de dados em tempo real. Isso é particularmente importante em operações militares, onde as informações precisam ser atualizadas rapidamente e as decisões precisam ser tomadas com base em informações atualizadas.
- **Simulação:** A IA também pode ser usada para simular condições de combate e prever como diferentes cenários podem evoluir. Isso pode ajudar os militares a tomar decisões melhores e mais informadas antes de entrar em combate.
- **Inteligência de dados:** A inteligência artificial pode ser usada para analisar dados de várias fontes e identificar padrões e tendências. Isso pode ajudar a prever onde os alvos inimigos podem estar localizados e ajudar a identificar as melhores estratégias para alcançá-los com precisão.

Em suma, a inteligência artificial pode ser usada em sistemas de coordenadas militares para melhorar a busca dos alvos e fornecer informações mais precisas e atualizadas para ajudar os militares a tomar decisões melhores e mais informadas

(MOTA, 2019).

3.5.1 A melhoria contínua do Sistema ASTROS com a criação de um banco de dados de coordenadas

Ao pensar no uso de inteligência artificial em sistemas de coordenadas aplicadas ao Sistema ASTROS é possível interpretar que seu uso para identificar e rastrear alvos agregaria maior precisão ao Sistema uma vez que a IA com o suporte do sistema de coordenadas passa por um processo de “treinamento” onde a máquina obtém o aprendizado necessário gerado pelos algoritmos da base de dados do sistema de coordenadas e é capaz de distinguir de forma precisa se esses alvos são objetos móveis, como veículos e aeronaves, ou alvos estacionários, como edifícios ou bases inimigas (SERRA, 2020).

Em linhas gerais, um banco de dados de coordenadas de alvos militares tende a ser muito preciso, pois estes dados usam algoritmos de aprendizado de máquina para analisar grandes quantidades de dados em tempo real. Isso permite que eles identifiquem alvos com maior precisão e forneçam informações mais atualizadas para as operações militares e outras aplicações (SERRA, 2020).

A criação de um banco de dados de coordenadas para o Sistema ASTROS pode ampliar a precisão ao fornecer informações mais específicas sobre a localização de alvos em relação a outras áreas e objetos no mapa. Isso pode ajudar a melhorar a precisão na busca e identificação de alvos. Com isso, há ganhos também na velocidade das operações, uma vez que um banco de dados de coordenadas pode ser usado para armazenar informações sobre alvos conhecidos, o que pode reduzir o tempo necessário para identificar e localizar esses alvos. Isso é especialmente útil em operações militares, onde a velocidade é essencial para garantir a segurança dos militares envolvidos (SERRA, 2020).

Sendo possível armazenar informações sobre vários tipos de alvos, incluindo suas características, localização e histórico de movimentos. Isso pode ajudar a criar uma estratégia de busca mais eficiente e personalizada para cada tipo de alvo. Garantindo uma melhoria na tomada de decisão, já que o sistema ASTROS passa a contar com informações precisas e em tempo real sobre alvos em movimento, permitindo que as equipes de busca e resgate ou militares tomem decisões melhores e mais informadas. Isso pode ajudar a reduzir o risco de danos colaterais e melhorar

a precisão da operação (SERRA, 2020).

3.5.2 Facilitação e precisão na rotina do operador do Sistema ASTROS

De acordo com Liecht (2019), os sistemas de coordenadas podem trazer uma série de benefícios para a rotina militar, incluindo a facilitação e a precisão em diversas atividades. Aqui estão alguns exemplos:

- **Navegação:** Os sistemas de coordenadas podem ser usados para ajudar as equipes militares a navegar em áreas desconhecidas com maior precisão, identificando pontos de referência e ajudando a traçar rotas mais seguras.
- **Operações de busca e resgate:** Também podem ser usados para identificar com mais precisão a localização de pessoas desaparecidas ou em perigo, permitindo que as equipes de resgate encontrem e resgatem essas pessoas com mais facilidade.
- **Inteligência militar:** Existe uma imensurável vantagem para rastrear a movimentação de tropas inimigas e outras atividades hostis, permitindo que as equipes militares identifiquem áreas de risco e tomem medidas preventivas para proteger seus soldados e equipamentos.
- **Ataques precisos:** Os sistemas de coordenadas podem ser usados para ajudar as equipes militares a realizar ataques mais precisos, permitindo que eles identifiquem com mais precisão a localização do alvo e minimizem o risco de danos colaterais.
- **Logística:** Além serem usados para ajudar as equipes militares a gerenciar a logística, rastreando a localização de suprimentos, equipamentos e pessoal em tempo real e otimizando a entrega desses itens em áreas de combate.

Portanto, Liecht (2019), destaca que os sistemas de coordenadas podem facilitar e tornar mais precisa uma ampla variedade de atividades militares, incluindo navegação, operações de busca e resgate, inteligência militar, ataques precisos e logística. Ao permitir que as equipes militares tenham uma melhor compreensão da localização de pessoas, equipamentos e alvos, esses sistemas podem ajudar a aumentar a segurança e a eficácia das operações militares.

3.5.3 Melhorias na Defesa Nacional

Os sistemas de coordenadas e inteligência artificial podem ter um papel fundamental na Defesa Nacional, ajudando a garantir a segurança e proteção do país (SERRA, 2020). A aplicação de um sistema de coordenadas incorporado a IA em uso no Sistema ASTOS favorece o monitoramento de fronteiras, identificando atividades suspeitas e rastreando a movimentação de pessoas e veículos. Isso pode ajudar a impedir a entrada de criminosos, terroristas e outros elementos hostis no país.

Assim, é possível que a IA gere uma identificação e rastreamento de ameaças com elevada precisão, analisando grandes quantidades de dados de diversas fontes, e com isso abastecendo a base de dados destas coordenadas com a identificação de padrões para que se prevejam tendências. Isso pode ajudar as agências de defesa a identificar possíveis ameaças e rastreá-las em tempo real, permitindo uma resposta rápida e eficaz.

Como fora supracitado, a sua eficiência é incontestável na inteligência de combate fornecendo informações valiosas sobre a localização e movimentação de tropas inimigas, permitindo que as forças militares planejem e executem operações de combate de forma mais eficaz e segura.

No mais, a Defesa Nacional também atua sobre a resposta a desastres naturais e emergências, e os sistemas de coordenadas e inteligência artificial podem ser usados para monitorar áreas propensas a desastres naturais, como terremotos e furacões, e para coordenar as operações de resposta a emergências, como resgates e evacuações.

Com isso, de uma forma geral, o gerenciamento de recursos de forma assertiva e precisa, podem ajudar a direcionar os recursos militares de forma mais eficiente, garantindo que os suprimentos e o pessoal sejam posicionados estrategicamente para responder rapidamente a qualquer ameaça ou emergência.

Assim, fica claro que os sistemas de coordenadas e inteligência artificial têm o potencial de ser uma ferramenta valiosa na defesa nacional, ajudando a identificar ameaças, monitorar fronteiras, planejar e executar operações militares, responder a desastres naturais e gerenciar recursos de forma mais eficiente. A utilização de sistemas de coordenadas e inteligência artificial pode trazer diversas vantagens para a segurança e eficácia das operações militares.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Em resumo, o uso da inteligência artificial para analisar alvos no Sistema ASTROS pode ser uma ferramenta valiosa para melhorar a capacidade defensiva do Brasil, mas deve ser acompanhado por cuidadosa consideração ética e legal para garantir que seja utilizado de maneira responsável e em conformidade com os valores fundamentais do país.

O uso da IA pode trazer vários benefícios para o Exército brasileiro, incluindo melhoria da eficiência, precisão e capacidade defensiva, redução de riscos para os soldados e redução de custos. Seu uso no EB pode ser aplicado no Sistema Astros na busca pela melhoria da precisão na localização de alvos, tendo em vista que a IA pode ajudar a melhorar a precisão das operações militares, especialmente em áreas como reconhecimento de padrões e detecção de ameaças. Por exemplo, a IA pode ser usada para analisar imagens de satélite e identificar rapidamente possíveis alvos ou locais de interesse.

Ao incorporar no Sistema ASTROS um sistemas de coordenadas e inteligência artificial, é possível elevar o nível de eficiência do sistema e trazer diversas vantagens para a segurança nacional e eficácia das operações militares. Ao fornecer informações mais precisas e em tempo real sobre o ambiente de combate, esses sistemas podem ajudar as equipes militares a tomar decisões informadas e a realizar suas operações de forma mais eficaz e segura.

Assim, o seu uso nas Forças Armadas o país aumenta a sua capacidade de defesa, uma vez que a inteligência artificial tende a aumentar a capacidade defensiva do Exército, permitindo que os soldados respondam mais rapidamente a ameaças e tomem decisões mais informadas. Além disso, a IA pode ser usada para desenvolver simulações realistas de cenários de combate, permitindo que os soldados sejam treinados de maneira mais eficaz.

Concluindo que, a inserção da IA no Exército Brasileiro é um novo aliado para a melhoria da eficiência das operações, podendo ser usada para automatizar tarefas repetitivas e rotineiras, permitindo que os soldados se concentrem em tarefas mais críticas e estratégicas. Além disso, a IA pode ajudar a processar grandes quantidades de dados em tempo real, permitindo que os soldados tomem decisões mais rápidas e informadas.

Resultando em uma expressiva redução dos custos operacionais e recorrências de retrabalho, já que a IA pode ajudar a reduzir os custos das operações militares, permitindo que os recursos sejam alocados de maneira mais eficiente e reduzindo o número de soldados necessários para realizar determinadas tarefas.

No entanto, é importante lembrar que a implementação de tecnologias avançadas, incluindo a inteligência artificial, deve ser acompanhada de cuidadosa consideração ética e legal. É necessário garantir que essas tecnologias sejam utilizadas de maneira responsável e em conformidade com as leis e regulamentações aplicáveis.

REFERÊNCIAS

_____. _____. **Artilharia de Campanha nas Operações** (EB70-MC-10.224). 1.ed. Brasília, 2019.

_____. Ministério da Defesa. **Estratégia Nacional de Defesa**. Brasília, 2020.

_____. Exército Brasileiro. **Diretriz do Comandante do Exército 2021-2022**. Brasília, 2021.

ALVES, Ângelo de Oliveira. **A busca de alvos no Sistema de Artilharia de Campanha (SAC) – a importância deste subsistema e sua possível implementação no Exército Brasileiro** (EB). 2018, 17 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Militares) - Escola de Comando e Estado-maior do Exército, Rio de Janeiro, RJ, 2018.

ALVES, Isabella Fonseca. **Inteligência Artificial e processo**. São Paulo: D'Plácido, 2020. 219 p.

ALVES, Cel Ângelo de Oliveira Alves. **O Sistema ASTROS como uma ferramenta de dissuasão e presença**. 2021. Disponível em <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/10026/1/MO%200049%20-%20%20c3%82NGELO%20DE%20OLIVEIRA%20ALVES%20-%20Brasil.pdf> Acesso em 15 abr. 2023

ANASTÁCIO, Alan Carlos Batista Lopes ;ANELI, José Carlos Barbosa. **O uso da inteligência artificial como ferramenta de avaliação de desempenho profissional no Exército Brasileiro**. 2020. Disponível em https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/8309/1/6_AC_Final_OUT20_Cap%20Lopes.pdf Acesso em 15 abr. 2023

BARROS, Graan. **Qual será a aeronave de busca de alvos para o ASTROS 2020?** Estratégia Global. 12 fev. 2020. Disponível em <https://estrategiaglobal.blog.br/2020/02/qual-sera-a-aeronave-de-busca-de-alvos-do-astros-2020.html> Acesso em: 10 fev. 2022.

BASTO, Marcelo Araújo. **Liderança em projetos: um estudo de caso sobre o programa estratégico ASTROS 2020**. 2020. Disponível em https://bdm.unb.br/bitstream/10483/28065/1/2020_MarceloAraujoBasto_tcc.pdf Acesso em 15 abr. 2023

BOGDAN, R. C. & BIKLEN, S. K. **Investigação qualitativa em educação**. Porto: Porto Ed., 1994. 335 p

BRASIL. Ministério da Defesa. **Exército Brasileiro**. Estado Maior do Exército. PROFORÇA, 2012e. Disponível em http://www.eb.mil.br/c/document_library/get Acesso em: 15 abr. 2023

BRASIL, Forças Armadas. **MAX, inteligência artificial do Exército, é Engajado No Efetivo Profissional**. 2020. Disponível em <https://www.eb.mil.br/o->

exercito?p_p_id=101&p_p_lifecycle=0&p_p_state=maximized&p_p_mode=view&_101_struts_action=%2Fasset_publisher%2Fview_content&_101_assetEntryId=11125624&_101_type=content&_101_groupId=8032597&_101_urlTitle=o-soldado-max-chatbot-do-exercito-brasileiro-completou-um-ano-de-servico-militar-passou-por-uma-avaliacao-tecnica-e-vai-engajar-&_101_redirect=http%3A%2F%2Fwww.eb.mil.br%2Fo-exercito%3Fp_p_id%3D3%26p_p_lifecycle%3D0%26p_p_state%3Dmaximized%26p_p_mode%3Dview%26_3_keywords%3Dservi%25C3%25A7o%2Bde%2Binforma%25C3%25A7%25C3%25A3o%2Bao%2Bcidad%25C3%25A3o%26_3_advancedSearch%3Dfalse%26_3_groupId%3D0%26_3_delta%3D20%26_3_assetTagNames%3Dmax%26_3_resetCur%3Dfalse%26_3_andOperator%3Dtrue%26_3_struts_action%3D%252Fsearch%252Fsearch&inheritRedirect=true Acesso em 20 abr. 2023

BRASIL, Forças Armadas. **Presidente Lula nomeia general Tomás Ribeiro Paiva como novo comandante do Exército** .2023. Disponível em <https://www.gov.br/planalto/pt-br/acompanhe-o-planalto/noticias/2023/01/presidente-lula-nomeia-general-tomas-ribeiro-paiva-como-novo-comandante-do-exercito#:~:text=O%20presidente%20da%20Rep%C3%BAblica%2C%20Luiz,genera%20J%C3%BAlio%20C%C3%A9sar%20de%20Arruda>. Acesso em 19 abr. 2023

CANTO, Eduardo Camilo. **Software com inteligência artificial para detecção automática de manchas na imagem de câmeras durante processo produtivo**. 2022. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/233318/TCC.pdf?sequence=1> Acesso em 09 maio 2023

CASTILHO, Cel Art Carlos Alberto Campos. **O uso da Inteligência Artificial (IA) como ferramenta para o Sistema de Movimentação de Pessoal do Exército Brasileiro (EB): parâmetros a serem empregados na sua estruturação**.2022. Disponível em <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/11326/1/MO%201070%20-%20Carlos%20Alberto%20Campos%20CASTILHO.pdf> Acesso em 15 abr. 2023

CERQUEIRA, Jorge Luís Rodrigues Pedreira de. **Mecanismos de Fomento da Indústria de Defesa Brasileira de Base Tecnológica Visando a Inovação**. 2019. 70 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2019.

COLZANI, Eduardo Edézio. **O uso da inteligência artificial no processo do trabalho: e a questão da segurança jurídica** .2022. Disponível em <https://www.univali.br/Lists/TrabalhosMestrado/Attachments/3030/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Eduardo%20Ed%C3%A9zio%20Colzani.pdf> Acesso em 15 abr. 2023

CRUZ, Bruno Monteiro da. **A importância dos sistemas de aeronaves remotamente pilotadas na busca de alvo**. Resende, 2019.

FERNANDES, Leticia Buriti de Araújo. **Uma análise das capacidades de antiacesso e negação de área das Forças Armadas do Brasil** .2022. Disponível em <https://repositorio.ufpb.br/jspui/bitstream/123456789/25706/1/LBAF17012023.pdf>

Acesso em 15 abr. 2023

FLICK, U. **Qualidade na pesquisa qualitativa**. Porto Alegre: Bookman, 2009.

GIL, Antonio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2008.

GODOY, A . S. **Pesquisa qualitativa: tipos fundamentais**. Revista de Administração de Empresas, São Paulo, v. 35, n. 3, p. 20-29, mai/jun, 1995.

GONÇALVES, Mauro André. **A Possibilidade da Utilização da Inteligência Artificial na Gestão de Projetos do Exército Brasileiro**. 2020. 71 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Gestão de Projetos) - Universidade de Brasília, Brasília, 2020.

LIECHT, S. **Aliar drones a mais informações na RD Congo**. 2019. Disponível em: <www.un.org/pt/story/2014/12/1496771-entrevista-aliar-drones-mais-informacoes-na>. Acesso em: 15 abr. 2023

LIMA, Telma Cristiane Sasso de; MIOTO, Regina Célia Tamasso. Procedimentos metodológicos na construção do conhecimento científico: a pesquisa bibliográfica. **Revista Katálysis [online]**. 2007, v. 10, n. spe [Acessado 20 Junho 2022] , pp. 37-45. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1414-49802007000300004>>. Acesso em 15 abr. 2023

LOPES, M. V. M. **Os projetos estratégicos e o processo de modernização do Exército Brasileiro**, 2019.

LORETO, Peterson Nunes. **A utilização de sistemas de aeronaves remotamente pilotadas (SARP) na busca de alvos para os grupos de mísseis e foguetes**. 2020. Dissertação (Pós graduação em ciências militares) - Escola de Aperfeiçoamento De Oficiais, Rio de Janeiro, RJ, 2020.

MELNISKI, Alexandre de Almeida. **O Programa Estratégico do Exército ASTROS 2020 e a Empresa Estratégica de Defesa AVIBRAS: análise da evolução e perspectivas**. Rio de Janeiro, 2019.

MOTA, Ricardo Flores da. **O impacto das novas tecnologias: internet das coisas, inteligência artificial, big data e computação em nuvem nos sistemas de comando e controle das OM de comunicações**. 2019.

OLIVEIRA, Davi Monteiro de. **Vantagens do emprego de sistemas de aeronaves remotamente pilotadas para o reconhecimento de engenharia**. 2018. Dissertação (Pós-graduação em ciências militares) - Escola de Aperfeiçoamento De Oficiais, Rio de Janeiro, RJ, 2018

REHEM, J. M. C. **Detecção Automática de Glomérulos em Imagens Histológicas Renais Digitais**. [s.l.] Universidade Estadual de Feira De Santana, 2019.

SERRA, Maj Art Luiz Eugênio Cardoso Rangel. **As possibilidades e limitações do Sistema ASTROS 2020 na contribuição para o incremento da dissuasão militar**

convencional brasileira, na atualidade, no contexto regional e extrarregional
.2020. Disponível em
<https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/8246/1/MO%206268%20-%20SERRA.pdf> Acesso em 15 abr. 2023

VOLBER, Freire. **Os Projetos Estratégicos do Exército Brasileiro e seus reflexos para a Política Externa Brasileira: a importância do incremento do poder militar para a projeção de poder do Brasil em sua área de interesse estratégico**. Rio de Janeiro, 2018.

WEILER, Laércio Danrlei. **Escolha de uma categoria ideal de Sistema Aéreo Remotamente Pilotado (SARP) para ser empregado por uma bateria de busca de alvos**.2022. Disponível em
<https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/10973/1/TCC%20WEILER%20OUTUBRO.pdf> Acesso em 15 abr. 2023