


**ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS
ACADEMIA REAL MILITAR (1811)
CURSO DE CIÊNCIAS MILITARES**

Adriano Sartori dos Santos

**IMPACTOS DOS SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE DIREÇÃO E CONTROLE DE
TIRO DA ARTILHARIA DE CAMPANHA NA CONDUÇÃO DOS FOGOS
DURANTE O SÉCULO XXI E AS POSSIBILIDADES PARA A ARTILHARIA DO
EXÉRCITO BRASILEIRO**

**Resende
2023**

	APÊNDICE II AO ANEXO B (NITCC) ÀS DIRETRIZES PARA A GOVERNANÇA DA PESQUISA E EXTENSÃO ACADÊMICAS NA AMAN TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DIREITOS AUTORAIS DE NATUREZA PROFISSIONAL	AMAN 2023
---	---	----------------------

TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DIREITOS AUTORAIS DE NATUREZA PROFISSIONAL

TÍTULO DO TRABALHO: IMPACTOS DOS SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE DIREÇÃO E CONTROLE DE TIRO DA ARTILHARIA DE CAMPANHA NA CONDUÇÃO DOS FOGOS DURANTE O SÉCULO XXI E AS POSSIBILIDADES PARA A ARTILHARIA DO EXÉRCITO BRASILEIRO

AUTOR: ADRIANO SARTORI DOS SANTOS

Este trabalho, nos termos da legislação que resguarda os direitos autorais, é considerado de minha propriedade.

Autorizo o Exército Brasileiro (EB) a utilizar meu trabalho para uso específico no aperfeiçoamento e evolução da Força Terrestre, bem como a divulgá-lo por publicação em periódico da Instituição ou outro veículo de comunicação do Exército.

A Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) poderá fornecer cópia do trabalho mediante ressarcimento das despesas de postagem e reprodução. Caso seja de natureza sigilosa, a cópia somente será fornecida se o pedido for encaminhado por meio de uma organização militar, fazendo-se a necessária anotação do destino no Livro de Registro existente na Biblioteca.

É permitida a transcrição parcial de trechos do trabalho para comentários e citações desde que sejam transcritos os dados bibliográficos dos mesmos, de acordo com a legislação sobre direitos autorais.

A divulgação do trabalho, em outros meios não pertencentes ao Exército, somente pode ser feita com a autorização do autor ou da Direção de Ensino da AMAN.

Resende, 01 de agosto de 2023



Assinatura do Cadete

Dados internacionais de catalogação na fonte

S237i SANTOS, Adriano Sartori dos

Os impactos dos sistemas Automatizados de Direção e Controle de Tiro durante os combates do século 21 e as possibilidades de emprego para a Artilharia do exército Brasileiro / Adriano Sartori dos Santos – Resende; 2023. 31 p. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Gustavo Freitas Simião
TCC (Graduação em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2023.

1. Direção e Controle. 2. Apoio de Fogo. 3. Artilharia. I. Título.

CDD: 355

Ficha catalográfica elaborada por Mônica Izabele de Jesus CRB-7/77231

Adriano Sartori dos Santos

IMPACTOS DOS SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE DIREÇÃO E CONTROLE DE TIRO DA ARTILHARIA DE CAMPANHA NA CONDUÇÃO DOS FOGOS DURANTE O SÉCULO XXI E AS POSSIBILIDADES PARA A ARTILHARIA DO EXÉRCITO BRASILEIRO

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Militares, da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN, RJ), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Ciências Militares**.

Orientador: Gustavo Freitas Simião

Resende
2023

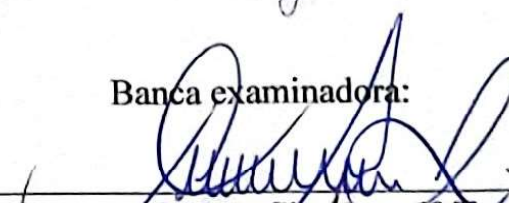
Adriano Sartori dos Santos

IMPACTOS DOS SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE DIREÇÃO E CONTROLE DE TIRO DA ARTILHARIA DE CAMPANHA NA CONDUÇÃO DOS FOGOS DURANTE O SÉCULO XXI E AS POSSIBILIDADES PARA A ARTILHARIA DO EXÉRCITO BRASILEIRO

Monografia apresentada ao Curso de Graduação em Ciências Militares, da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN, RJ), como requisito parcial para obtenção do título de **Bacharel em Ciências Militares**.

Aprovado em 01 de agosto de 2023

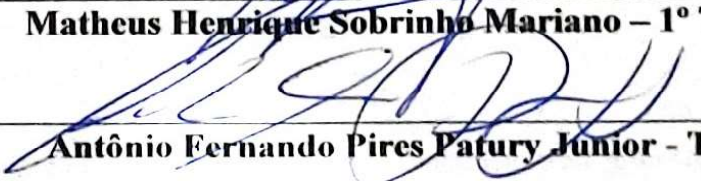
Banca examinadora:



Gustavo Freitas Simião – 1º Ten
(Presidente/Orientador)



Matheus Henrique Sobrinho Mariano – 1º Ten



Antônio Fernando Pires Patury Junior - TC

Resende
2023

Dedico este trabalho primeiramente a Deus que me guiou durante os cinco anos de formação, abrindo oportunidades ímpares na minha vida para que eu possa realizar, hoje, o sonho de se tornar oficial do Exército Brasileiro. Dedico também esta produção aos meus pais e amigos mais próximos que sempre foram fonte de inspiração e motivação.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus, por ter me dado a oportunidade, as forças e a motivação necessárias à conquista do meu sonho de concluir o Curso de Formação de Oficiais do Exército Brasileiro.

Agradeço à minha família, aos meus amigos e aos irmãos por escolha da caserna por servirem de fonte de inspiração e alicerce para que eu pudesse desenvolver minhas competências técnicas e atitudinais necessárias ao fechamento de minha formação.

Também agradeço ao 1º Ten Cícero Farias Tourinho e ao 1º Ten Gustavo Freitas Simião por terem me orientado e disponibilizado seu tempo e atenção durante os dois anos em que trabalhamos nesta produção.

RESUMO

IMPACTOS DOS SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE DIREÇÃO E CONTROLE DE TIRO DA ARTILHARIA DE CAMPANHA NA CONDUÇÃO DOS FOGOS DURANTE O SÉCULO XXI E AS POSSIBILIDADES PARA A ARTILHARIA DO EXÉRCITO BRASILEIRO

AUTOR: Adriano Sartori dos Santos
ORIENTADOR: Gustavo Freitas Simião

Os conflitos recentes, ao contrário do que muitos especulavam, têm se caracterizado por ações convencionais com alto grau de dinamismo, descentralização, operações conjuntas e combates em localidades. As disputas territoriais em Nagorno-Karabakh e a atual guerra entre Rússia e Ucrânia além de corroborarem com a afirmação anterior, despertaram nas autoridades militares a necessidade de revisarem as capacidades de seus exércitos em desencadear operações convencionais. Dentro dessas operações, o apoio de fogo é um elemento primordial para garantir uma superioridade no campo de batalha, eliminando seletivamente alvos que ameacem o êxito da operação e causem o aprofundamento do combate. A Artilharia é o principal vetor do sistema de apoio de fogo das forças terrestres e, frente aos acontecimentos já citados, tem recebido um grande investimento, principalmente, no que se refere às capacidades de direção, controle e condução das missões de tiro. Por isso, o objetivo desse trabalho foi identificar os impactos gerados nos conflitos do século XXI pelos sistemas automatizados de direção e controle de tiros, assim como avaliar as possibilidades de emprego desse tipo de sistema na Artilharia do Exército Brasileiro, buscando aumentar a compreensão sobre a influência desses meios tecnológicos no campo de batalha contemporâneo e levantar pontos de melhoria úteis à artilharia brasileira. Para tanto, foi empregada uma análise bibliográfica e documental com caráter indutivo dos dados coletados sobre o Sistema Avançado de Dados Táticos de Artilharia, do inglês Advanced Field Artillery Tactical Data System (*AFATDS*), *ADLER*, *GÊNESIS*, *ARPAD* e do Sistema de Operações de Artilharia, do inglês Artillery Operation System (*ARTOS*). Foi possível identificar quatro grandes contribuições desses sistemas para o combate moderno: redução do fratricídio, controle eficaz das atividades logísticas, aumento da consciência situacional dos comandantes e redução no tempo de processamento das missões de tiro. Após comparar as capacidades dos demais sistemas com o sistema brasileiro, *GÊNESIS*, percebeu-se que ele possui certas limitações na capacidade de controle das funções logísticas, na coordenação com as demais Forças Armadas, na busca de alvos e nos métodos de processamento das missões. Com essa pesquisa, foi possível elencar os pontos de melhoria para o sistema brasileiro e compreender a importância e influência dos sistemas automatizados de direção e controle de tiro nos combates modernos.

Palavras-chave: Direção e Controle. Coordenação de Fogos. Artilharia. Apoio de Fogo.

ABSTRACT

IMPACTS OF FIELD ARTILLERY'S FIRE DIRECTION AND CONTROL AUTOMATED SYSTEMS IN THE CONDUCTION OF FIRES DURING THE 21ST CENTURY AND THE POSSIBILITIES FOR THE BRAZILIAN ARMY'S ARTILLERY

AUTHOR: Adriano Sartori dos Santos

ADVISOR: Gustavo Freitas Simião

Recent conflicts, contrary to what many had speculate, have been characterized by conventional actions with a high level of dynamism, decentralization, joint operations and close combats in localities. The territorial dispute in Nagorno-Karabakh and the current war between Russia and Ukraine in addition to corroborating the previous statement, have awakened the military authorities to the need of review the capabilities of their armies to triggering conventional operations. Within these operations, fire support is a key element to ensure superiority on the battlefield, selectively eliminating targets that threaten the success of the operation and deepening the combat. Artillery is the main vector of the fire support system of the land forces and, in view of the events already mentioned, it has received a large investment, mainly in terms of the capabilities of direction, control and conduction of live fire missions. Therefore, the objective of this work was to identify the impacts generated in conflicts, in the 21st century, by fire direction and control automated systems, as well as to evaluate the possibilities of using this type of system in the Brazilian artillery. Seeking to increase understanding of the influence of these technological means on the contemporary battlefield and to raise useful improvement points for Brazilian artillery. For this purpose, a bibliographical and documental analysis was used with an inductive character of the data collected about the Advanced Field Artillery Tactical Data System (AFATDS), ADLER, GÊNESIS, ARPAD and the Artillery Operation System (ARTOS) was possible to identify four major contributions of these systems to modern combat. Namely, reduction of fratricide, effective logistical activities control, increased commanders's situational awareness and reduction in processing time of missions. After comparing the capacities of the others systems with the Brazilian system, GÊNESIS, was noticed that it has certain limitations in the ability to control logistical functions, to coordinate with the other Armed Forces, to target acquisition and in the methods of processing the missions informations. With this research was possible to list points of improvement for the Brazilian system and to understand the importance and influence of fire direction and control automated systems in the modern combats.

Keywords: Direction and Control. Fire Coordination. Artillery. Fire Support.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFATDS – Sistema Avançado de Dados Táticos da Artilharia de Campanha, do inglês Advanced Field Artillery Tactical Data System

ARTOS – Sistema de Operações de Artilharia, do inglês Artillery Operation System

ASAS – Sistema de Análise de todos as Fontes, do inglês All Source Analysis System

BC – Comandante de bateria, do inglês Battery Commander

C² – Comando e Controle

CoTat – Computador Tático

CPDT – Computador Portátil de Direção de Tiro

GAC – Grupo de Artilharia de Campanha

GC – Comandante de peça, do inglês Gun Commander

IMBEL – Indústria de Material Bélico do Brasil

OLig – Oficial de Ligação

SISFRON – Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras

S2 – Oficial de Inteligência

S3 – Oficial de Operações

SBO – Oficial Sênior da Bateria, do inglês Senior Battery Officer

TMQ – Tabela de Mementos e Quadros

TOL – Terminal de Observação e Ligação

TVP – Terminal de Visualização da Peça

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	OBJETIVOS	10
1.1.1	Objetivos gerais	10
1.1.2	Objetivos específicos	10
2	REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1	SISTEMA AVANÇADO DE DADOS TÁTICOS DA ARTILHARIA DE CAMPANHA, DO INGLÊS <i>ADVANCED FIELD ARTILLERY TACTICAL DATA SYSTEM (AFATDS)</i>	11
2.1.1	Funcionalidades	11
2.1.2	Operação	12
2.1.3	Interoperabilidade.....	13
2.2	SISTEMA GÊNESIS	13
2.2.1	Funcionalidades	14
2.2.2	Operação	14
2.2.3	Interoperabilidade.....	15
2.3	SISTEMA DE OPERAÇÕES DE ARTILHARIA, DO INGLÊS <i>ARTILLERY OPERATION SYSTEM (ARTOS)</i>	15
2.3.1	Funcionalidades	16
2.3.2	Operação	16
2.4	ADLER	17
2.5	ARPAD	18
2.6	CARACTERÍSTICAS DA ARTILHARIA BRASILEIRA	18
3	REFERENCIAL METODOLÓGICO	20
3.1	TIPO DE PESQUISA.....	20
3.2	PROCEDIMENTOS	20
3.2.1	Coleta de dados.....	20
3.2.2	Análise dos impactos dos sistemas de direção e controle de tiro	20
3.2.3	Identificação das possibilidades de emprego na Artilharia Brasileira	20
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1	IMPACTOS DOS SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE DIREÇÃO E CONTROLE DE TIRO NO SÉCULO XXI	22
4.2	POSSIBILIDADES PARA A ARTILHARIA DO EXÉRCITO BRASILEIRO	24
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
	REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

Durante as últimas décadas, os exércitos mais atuantes voltaram seus esforços à adaptação ao combate assimétrico e à luta contra o terrorismo ou contra forças irregulares. Porém, recentemente, essas mesmas instituições perceberam que certas capacidades operativas referentes ao combate convencional acabaram por atingir um grau de defasagem. Por isso, as Forças Armadas modernas têm implementado projetos de modernização e aquisição de novas capacidades.

Uma das capacidades que chamam a atenção são as que se referem ao comando, controle e direção dos elementos integrantes da função de combate Fogos, uma vez que o combate moderno é caracterizado por um ambiente complexo e dinâmico, exigindo que os elementos do referido sistema possuam capacidade de coordenar seus fogos de maneira eficaz e oportuna. Boutelle e Filak (1996, p.16, tradução nossa) definem quais serão as características das operações no futuro da seguinte maneira:

É claro que forças menores e mais dispersas, assim como capacidades conjuntas e combinadas serão marcas das operações futuras. Além disso, sistemas de comando e controle que auxiliem o Comando da Força Conjunta devem fornecer interoperabilidade horizontal e vertical e ser capaz de trocar informações de consciência situacional com toda a força.

Por essas características, o presente trabalho visa avaliar os sistemas automatizados de direção e controle de tiro na condução do apoio de fogo nos exércitos do séc. XXI, tendo em vista que o combate moderno será definido pela capacidade de projetar os fogos de maneira precisa, oportuna e eficaz com o objetivo de evitar danos aos elementos civis, neutralizar as ameaças dinâmicas e dispersas que ameacem o êxito das operações e que possam aprofundar o combate.

Propomo-nos a responder às questões que seguem, buscando compreender melhor como esses sistemas podem influenciar o desempenho das forças desdobradas no terreno, numa situação de conflito convencional, além de buscar enunciar melhorias para a artilharia brasileira a fim de proporcionar a ela uma vantagem técnica em relação às demais artilharias latino-americanas. Logo, quais os impactos dos sistemas automatizados de direção e controle de tiro na condução do apoio de fogo no século XXI? E, principalmente, quais as possibilidades de emprego de tais sistemas para a Artilharia do Exército Brasileiro?

Para atingir tais fins, essa monografia apresentará no referencial teórico as características, capacidades e breve histórico dos sistemas de direção e controle de tiro dos EUA, Brasil, Ucrânia, Alemanha e Hungria. Numa segunda etapa – referencial metodológico

– abordaremos todo o processo da pesquisa científica utilizada para captar e avaliar os dados encontrados a fim de obter os resultados do trabalho. Findo este processo, conseguimos identificar algumas debilidades do sistema empregado pelo Brasil, sugerir algumas propostas de solução ou mitigação de tais insuficiências e propor novos estudos sobre o tema.

1.1 OBJETIVOS

1.1.1 Objetivos gerais

- Identificar e analisar os impactos dos sistemas automatizados de direção e controle de tiro nos combates do século XXI.

- Analisar as possibilidades do emprego do sistema de direção e controle de tiro na condução de fogos na Artilharia do Exército Brasileiro.

1.1.2 Objetivos específicos

- Identificar os principais sistemas automatizados de direção e controle do apoio de fogo empregados pelo exército alemão, húngaro, ucraniano, norte americano e brasileiro.

- Compreender as características dos referidos sistemas.

- Analisar as vantagens e desvantagens do emprego dos sistemas de direção e controle de tiro no combate moderno.

- Identificar as características da Artilharia do Exército Brasileiro.

- Comparar o sistema empregado pela artilharia brasileira com os demais sistemas.

- Identificar e analisar os pontos fortes e de melhoria do sistema brasileiro quando comparado aos demais sistemas abordados neste trabalho.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 SISTEMA AVANÇADO DE DADOS TÁTICOS DA ARTILHARIA DE CAMPANHA, DO INGLÊS *ADVANCED FIELD ARTILLERY TACTICAL DATA SYSTEM (AFATDS)*

Os avanços tecnológicos dos armamentos levaram ao aumento na exigência do gerenciamento do apoio de fogo nas operações - processos sempre complexos e exigentes - que, no entanto, têm sido superados pela automação dos meios. Desde os computadores digitais automatizados da artilharia de campanha, da década de 1960, até o sistema automatizado de apoio de fogo dos dias atuais, a artilharia americana tem estado na vanguarda do suporte automatizado aos comandantes (BOUTELLE; FILAK, 1996).

Os desenvolvedores do *AFATDS* basearam-se nas experiências dos sistemas anteriores e no *feedback* dos soldados e fuzileiros navais para construir um sistema de direção e controle sensível às necessidades do comando, permitindo:

- A integração de todos os meios de apoio de fogo no planejamento e execução dos fogos durante as manobras;
- Aplicação das diretrizes do comando no que diz respeito à priorização de alvos, permitindo que os elementos do apoio de fogo sejam direcionados aos alvos inimigos mais importantes e relevantes;
- O compartilhamento automatizado de dados dos alvos e de informações referentes à consciência situacional entre as unidades da força conjunta (BOUTELLE; FILAK, 1996).

2.1.1 Funcionalidades

Segundo Boutelle e Filak (1996), ao passo que os sistemas de armas se tornam cada vez mais capazes de atacar alvos identificados com extrema precisão, os operadores do sistema *AFATDS* podem acessar uma grande gama de informações sobre os alvos e usar a capacidade de análise automática a fim de selecionar os melhores meios de apoio de fogo e munições disponíveis para fazer frente aos alvos certos na hora certa.

O *AFATDS* possui as funções de controle de deslocamento, suporte às missões da artilharia e direção das missões de tiro. O controle de deslocamento fornece a habilidade de requisitar e coordenar os movimentos dos comboios, enquanto o suporte às missões da artilharia gerencia a esfera logística das ações. A direção das missões de tiro mantém dados

sobre o estado dos armamentos, munições, capacidade das unidades e realiza os cálculos técnicos para o tiro.

2.1.2 Operação

Com o *AFATDS*, as Forças Armadas norte-americanas têm dado um salto ímpar na habilidade de conduzir operações de apoio de fogo oportuno no âmbito das ações singulares ou conjuntas.

Primeiramente, desde que os conceitos e as diretrizes da operação sejam inseridos na base de dados, o *AFATDS* tem a capacidade de realizar a análise das ações em curso e dos planos alternativos. Os operadores podem ajustar qualquer conjunto de variáveis para identificar os impactos de possíveis alterações nas capacidades do apoio de fogo e fundamentar os planos de um comandante. O mesmo grau de flexibilidade permite que o sistema analise propostas do comando para determinar qual plano de fogos é mais viável (BOUTELLE; FILAK, 1996).

Segundo Boutelle e Filak (1996), o *AFATDS* realiza essas análises utilizando informações de todos os meios de apoio de fogo disponíveis, incluindo aeronaves, helicópteros de ataque, navios, morteiros, equipamentos de guerra eletrônica e artilharia – tanto de tubo, quanto de mísseis e foguetes. Esse processo de análise automatizada permite que o comandante da função de combate de Fogos gere automaticamente e distribua digitalmente os planos para o apoio de fogo.

Amparando-nos em Boutelle e Filak (1996, p. 18), tal processo de análise apoia-se nas seguintes ferramentas:

- Uma matriz de gerenciamento de alvos e os dados dos sensores são comparados com os conceitos da operação assim como com as diretrizes do plano de apoio de fogo, permitindo que alvos mais valiosos sejam colocados no topo da lista de processamento, seguindo uma ordem qualitativa dos alvos e não a ordem cronológica de entrada dos dados no sistema;
- Uma base de dados das unidades, dados do campo de batalha e medidas de coordenação do apoio de fogo verificam se o engajamento do alvo está em conformidade com as restrições e critérios das orientações do comando e das regras de engajamento;
- Um *software*, que acessa automaticamente as capacidades de cada elemento do sistema de apoio de fogo disponível, como: estado do armamento, eficácia e disponibilidade das munições, alcances e orientações do comando para determinar o melhor método para o engajamento e cria uma classificação dos alvos a serem batidos pelas unidades disponíveis.

Em segundo lugar, a troca de informações de consciência situacional permite ao *AFATDS* fornecer, constantemente, gráficos atualizados dos dados do campo de batalha. Isso

supre os comandantes com informações oportunas com as quais podem ajustar ou formular diretrizes e planos (BOUTELLE; FILAK, 1996).

Sendo interoperável com uma variedade de sistemas de comando e controle, segundo Boutelle e Filak (1996), o *AFATDS* fornece aos comandantes uma maior vantagem na capacidade de visualizar o campo de batalha e planejar as futuras operações. Sistemas de inteligência podem desenvolver grandes quantidades de dados sobre potenciais alvos através do campo de batalha e o *AFATDS* dota o comando de uma plataforma que goza de interoperabilidade com o Sistema de Análises de todas as Fontes, do inglês *All Source Analysis System (ASAS)* – um sistema automatizado do exército norte-americano empregado pelos elementos de guerra eletrônica e de inteligência.

O *ASAS*, por sua vez, permite acesso às informações dos alvos por meio do *Trojan Spirit*. O referido sistema é uma rede tática que permite o compartilhamento de informações confidenciais de forma segura, além de oferecer acesso ao banco de dados nacionais de inteligência, incluindo as informações geradas pela Agência Central de Inteligência, Agência Nacional de Inteligência, sistemas de radares de monitoramento e pelas aeronaves de reconhecimento da Força Aérea (BOUTELLE; FILAK, 1996).

2.1.3 Interoperabilidade

O *AFATDS* foi desenhado para ser empregado nos mais diversos escalões das Forças Armadas norte-americanas, indo desde as seções de morteiros até os corpos de exército, ademais de ser interoperável com outros sistemas de comando e controle do exército norte-americano, como o Sistema de Controle de Manobras, Sistema de Controle do Serviço de Suporte ao Combate, Sistema de Comando e Controle de Defesa do Espaço Aéreo Avançado, além do *ASAS*. Também possui interoperabilidade com os sistemas automatizados de direção e controle do apoio de fogo britânico, *BATES*; francês, *ATLAS*; e alemão, *ADLER*, conforme Boutelle e Filak (1996).

2.2 SISTEMA GÊNESIS

O Sistema Gênesis é um sistema computadorizado de direção e controle de tiro brasileiro desenvolvido pela Indústria de Material Bélico do Brasil (IMBEL). Sua infraestrutura de *software* e *hardware* visa mobilizar os principais subsistemas da Artilharia de Campanha, promovendo a substituição dos métodos tradicionais ainda em uso pela Artilharia Brasileira por uma infraestrutura computadorizada que possibilite o aumento da precisão e

velocidade no processamento das missões de tiro, propiciando que o comandante intervenha no combate pelo fogo de maneira oportuna e eficaz além de contribuir para o incremento da consciência situacional do campo de batalha.

2.2.1 Funcionalidades

O Sistema Gênesis abarca quatro módulos básicos que possibilitam a integração entre os subsistemas da Artilharia e o correto processamento das missões e informações compartilhadas por eles.

O Módulo de Observação dota os observadores avançados, oficiais de reconhecimento e adjuntos do Oficial de Inteligência (S2) com o Terminal de Observação e Ligação (TOL), permitindo a sincronização de dados, troca de mensagens com o escalão superior, execução de diferentes tipos de missões simultâneas, análise dos registros das operações realizadas, criação e compartilhamento de um levantamento de alvos para um futuro planejamento de fogos, além de cadastrar alvos e polígonos na carta digital (ABREU; JUNIOR, 2021).

Outro módulo do sistema é o de Linha de Fogo, que mobilia as peças das baterias de obuses e seções de morteiro com o Terminal de Visualização da Peça (TVP), auxiliando no recebimento dos comandos de tiro e controle da situação dos armamentos pelo comandante da linha de fogo. Dentro deste módulo também está inserido o Computador Portátil de Direção de Tiro (CPDT), que dota as centrais de tiro de bateria e de grupo com um equipamento capaz de processar as missões de tiro e determinar a melhor forma de empregar os meios de apoio de fogo disponíveis, levando em consideração a disponibilidade de munição, tipo de armamento, condições meteorológicas e situação operacional (ABREU, 2021).

Por último, temos os Módulos do Oficial de Ligação e do Grupo de Artilharia de Campanha, que permitem a coordenação e planejamento dos fogos das unidades de artilharia e dos meios de apoio de fogo orgânicos das unidades de cavalaria e infantaria, além de monitorar os deslocamentos das unidades de tiro e dos observadores por meio do Computador Tático (CoTat) (GIRARD; PEREZ; DRAEGER, 2021).

2.2.2 Operação

Para permitir o correto emprego do sistema, a primeira etapa para a operação é o planejamento e configuração dos parâmetros de comunicação - que é realizada por meio de tablets e computadores militarizados conectados a rádios VHF ou a redes sem fio - e das diretrizes da operação, uma vez que o sistema Gênesis permite aos Oficiais de Ligação (O

Lig) e aos Oficiais de Operações (S3) dos Grupos de Artilharia de Campanha (GAC) criarem áreas sujeitas a medidas de coordenação e controle restritivas ou permissivas, além de gerarem e compartilharem planos de apoio de fogos que abordem os alvos dentro dos parâmetros de prioridade determinados. Dessa forma, o sistema possibilita a condução harmônica e segura das diversas missões de tiro, tanto das seções de morteiros quanto das baterias de obuses (GIRARD et al, 2021).

Os alvos podem ser inseridos no *software* pelo próprio usuário ou pelo compartilhamento com os outros módulos do sistema, conforme Abreu (2021). Após essa etapa, o S3 poderá avaliar como irá engajar os alvos de forma manual ou pode contar com a análise automatizada, baseada na Tabela de Mementos e Quadros (TMQ), para estabelecer a melhor maneira de empregar os materiais de apoio de fogo disponíveis. Os alvos são apresentados ao S3 de forma cronológica e, ao fim desse processo, a mensagem resposta e a ordem de tiro são geradas automaticamente, podendo ser compartilhadas com os módulos interessados.

Munido das informações oriundas dos observadores e do CoTat, o CPDT da central de tiro calcula de forma automatizada os elementos de tiro necessários para cumprir diversos tipos de missões: neutralização, iluminação, cortina de fumaça e barragens, além de mensurar rapidamente as correções individuais das peças a fim de realizar disparos com quadros lineares, retangulares ou circulares que dispenderiam grande quantidade de tempo para serem calculados através dos meios convencionais (ABREU, 2021).

2.2.3 Interoperabilidade

O Sistema Gênesis foi projetado para ser empregado no apoio de fogo até nível brigada, permitindo a configuração de apenas um CoTat de GAC por operação. Logo, a interoperabilidade de uma brigada com a outra fica restrita (GIRARD et al, 2021).

2.3 SISTEMA DE OPERAÇÕES DE ARTILHARIA, DO INGLÊS *ARTILLERY OPERATION SYSTEM (ARTOS)*

O *ArtOS* é um sistema automatizado de direção e controle de tiro empregado pelas forças armadas ucranianas e tem se mostrado altamente capaz frente às exigências do conflito travado contra a Rússia.

2.3.1 Funcionalidades

Esse sistema funciona com a integração de três terminais para permitir a transmissão segura de informações sobre os alvos, cálculo dos elementos de tiro e registro do consumo de munições. O primeiro deles é o Terminal do Comandante de Bateria, do inglês *battery commander (BC)*, que tem por finalidade obter as informações do escalão superior ou dos meios de aquisição de alvos dispostos no terreno e repassá-los para o Terminal do Oficial Sênior, do inglês *sênior battery officer (SBO)* (ARTOS, 2022).

O Terminal *SBO* realiza os cálculos balísticos utilizando os dados recebidos do Terminal *BC* além de realizar o controle das peças. Por último, temos o Terminal do Chefe de Peça, do inglês *gun commander (GC)*, que gerencia os elementos de tiro recebidos e os insere no painel de controle da peça (ARTOS, 2022).

2.3.2 Operação

O *ArtOS* pode receber as informações sobre as posições inimigas de diversas maneiras, sendo o *GIS ARTA*, do inglês *geographic information system*, o que mais se destaca.

O referido sistema é um programa automatizado de informações geográficas empregado pela artilharia das forças armadas ucranianas desde 2014. Ele baseia seu funcionamento em dois princípios fundamentais: comunicações de qualidade e informações geográficas especializadas. O primeiro componente chave é representado pelo sistema *Starlink* de satélites de baixa órbita, que promove comunicações seguras entre as tropas e os centros de comando. Já o segundo componente se refere às informações geográficas de qualidade que são fornecidas aos usuários por meio de dados de GPS, modelos digitais do terreno e fotografias aéreas e de satélite em alta definição (KOBZAN, 2022).

Ao atender esses princípios, o *GIS ARTA* tem auxiliado as forças armadas ucranianas no planejamento, monitoramento, processamento e transmissão de dados de inteligência, além de permitir o desencadeamento de fogos altamente precisos e rápidos, uma vez que possibilitou a superação de problemas técnicos enfrentados pela artilharia ucraniana, decorrentes da indisponibilidade de cartas atualizadas e da defasagem dos materiais de artilharia empregados. Esses problemas tornavam o apoio de fogo lento, impreciso e inoportuno (KOBZAN, 2022).

Ainda segundo Kobnan (2022), nenhum sistema de artilharia no âmbito da OTAN possui a capacidade e precisão do *GIS ARTA*, pois ele reduziu o tempo de processamento das

informações necessárias para o desencadeamento dos fogos de artilharia para, aproximadamente, 40 segundos, ao invés dos 20 minutos usuais.

2.4 ADLER

Os comandantes militares precisam de um sistema de suporte para o desdobramento das tropas que possibilite a coleta rápida de dados dos modernos sensores e apresente as informações em tempo real, além de permitir a consciência situacional dos escalões superiores. Tal sistema é essencial para fundamentar o processo de tomada de decisões com base nos mais detalhados cenários operacionais e em conjunto com outros sistemas de comando e controle (ESG, 2022).

Para atender a essas especificações, a *Elektroniksystem-und Logistik-GmbH*, (ESG) empresa alemã de tecnologia, desenvolveu o sistema ADLER - introduzido nas Forças Armadas alemãs em 1995 em sua primeira versão, sendo atualizado em 2006 e, posteriormente, em 2020, foi lançada a versão ADLER III - o qual conecta à rede de comando e controle (C²) e todos os elementos de apoio de fogo em diferentes formações sob um comando uniforme. O sistema é otimizado para assegurar a troca de informações em tempo real, via rede de rádios digitais que atualizam o comando sobre as informações do inimigo e das unidades aliadas de forma automática, e dessa maneira contribui para uma melhor consciência situacional nas operações (ESG, 2022).

O ADLER pode ser configurado pelos operadores de acordo com as diretrizes e características das missões e apresenta as informações através de uma interface intuitiva. Tal fato permite ao sistema desempenhar as seguintes funções, com suas respectivas características:

- Monitoramento, reconhecimento e aquisição de alvos, responsável pela coordenação e controle dos meios de busca de alvos e avaliação das informações dos mesmos;
- Controle tático dos fogos, responsável por classificar a prioridade dos alvos, baseado nos critérios previamente inseridos no sistema, cálculos para o desdobramento ideal dos sistemas de armas e das munições de acordo com as missões de tiro, criação automática ou manual de missões de tiro e comandos de tiro, além de controle detalhado do estado das missões em andamento;
- Controle técnico dos fogos, que estabelece e controla a prontidão das unidades de tiro, transforma as ordens de tiro em comandos de tiros, além de controle do estado de cumprimento das missões em andamento (ESG, 2022).

2.5 ARPAD

Durante a década de 1980, a Hungria começou o desenvolvimento de um sistema de direção e controle de fogos para sua artilharia. Esse sistema tinha uma limitada capacidade de orientação e aquisição de alvos, além de um baixo nível de interoperabilidade tanto vertical, quanto horizontal. Após a queda da União Soviética e posterior ingresso da Hungria na OTAN, o ARPAD passou por um processo de atualização de seus sistemas de *hardware* e *software*, o que permitiu a adição de capacidades como:

- Aumento na precisão dos cálculos, devido à unificação dos métodos de cálculo;
- Menor tempo de resposta para a realização dos cálculos, graças à automação dos processos de comando e controle;
- Potencial para o emprego automatizado de novos recursos de comunicações, de reconhecimento e navegação;
- Suporte às atividades dos batalhões ou baterias de artilharia em todas as etapas das missões de tiro;
- Transmissão de comandos, mensagens e dados de reconhecimento;
- Monitoramento da disponibilidade de munições, posicionamento dos postos de observação, posicionamento das unidades de tiro e dos alvos;
- Recepção e processamento automáticos de dados meteorológicos, de navegação e de outros dispositivos perimetrais de coleta de dados (GYARMATI; KENDE; RÓZSÁS; TURCSÁNYI, 2002).

Em 2000, durante o exercício Solo Ardente, do inglês *Ardent Ground*, que ocorreu em solo húngaro, com a participação de tropas da OTAN, a artilharia das Forças Armadas húngaras conseguiu um resultado satisfatório comparado aos padrões daquela organização militar e levantou como possibilidades de melhoria o desenvolvimento de um sistema de aquisição e processamento de dados sobre os alvos (GYARMATI et al, 2002).

2.6 CARACTERÍSTICAS DA ARTILHARIA BRASILEIRA

O Exército Brasileiro, por meio de seu manual EB70-MC-10.224, de 2019, estabelece que a missão da Artilharia de Campanha é apoiar os elementos de manobra, engajando os alvos que ameacem o êxito das missões, além de engajar os escalões avançados da força inimiga, executar fogos de contrabateria e proporcionar o aprofundamento do combate, pela aplicação de fogos sobre instalações de comando, logísticas e de comunicações, sobre

reservas e outros alvos situados na zona de ação, de maneira a prestar o apoio de fogo às operações terrestres.

Ainda sob a luz do referido manual, podemos citar as seguintes tarefas e características da Artilharia de Campanha Brasileira:

- Apoiar pelo fogo as operações, no amplo espectro, em qualquer terreno e sob quaisquer condições climáticas e de visibilidade;
- Participar de operações singulares, conjuntas ou combinadas;
- Emassar seus fogos sobre um ou mais alvos;
- Realizar tiros precisos sem ajustagem;
- Realizar tiros sobre alvos desenfiados;
- Proporcionar a iluminação do campo de batalha;
- Realizar a saturação de área;
- Ser empregada em operações de combate em área edificada, particularmente, quando dotada de munições especiais.

Em seguida, apresentamos as limitações da Artilharia de Campanha, com o objetivo de avaliar, futuramente, como os sistemas automatizados de direção e controle de tiro podem auxiliar na supressão ou redução de tais limitações. A Artilharia de Campanha apresenta:

- Reduzida capacidade de autodefesa antiaérea;
- Limitada capacidade de transporte de munição;
- Redução do apoio de fogo, durante as mudanças de posição;
- Reduzida eficiência, quando forçada a engajar-se no combate aproximado; e
- Limitada capacidade de furtar-se dos modernos meios de busca de alvos, obrigando a constantes mudanças de posição (BRASIL, 2019).

Para finalizar, destacamos que, nas operações militares modernas, há a necessidade determinante de um planejamento continuado e uma coordenação dos fogos, além da preocupação constante dos comandantes de artilharia em realizar a centralização da direção de tiro, de modo a permitir o desencadeamento eficaz e oportuno do apoio de fogo e a proteção aos elementos participantes e à população civil, particularmente nas operações de amplo espectro (BRASIL, 2019).

3 REFERENCIAL METODOLÓGICO

3.1 TIPO DE PESQUISA

Foi empregado o método de pesquisa indutivo, que é composto pelos seguintes elementos fundamentais para inferir-se uma verdade: observação dos fenômenos, descoberta da relação entre eles e generalização da relação (MARCONI; LAKATOS, 2003).

O presente trabalho também utilizou a pesquisa exploratória, pois ela possibilita aumentar o conhecimento sobre um determinado assunto e permite formular problemas mais estruturados e propor novas pesquisas (ZANELLA, 2011), com uma abordagem qualitativa, que dispensa a utilização de instrumentos estatísticos na análise dos dados, baseando-se em conhecimentos teórico-empíricos a fim de atribuir cientificidade ao trabalho (ZANELLA, 2011, p, 35 apud VIEIRA, 1996).

3.2 PROCEDIMENTOS

3.2.1 Coleta de dados

Para a coleta de dados nesse trabalho foi empregado o procedimento bibliográfico e documental caracterizado pelo uso de fontes primárias - documentos oficiais e arquivos particulares - além de fontes secundárias - livros, revistas, monografias e gravações audiovisuais - que possuem como principal vantagem permitir ao pesquisador a cobertura mais abrangente do objeto de estudo (ZANELLA, 2011).

3.2.2 Análise dos impactos dos sistemas de direção e controle de tiro

Nessa etapa da pesquisa, foi utilizada a análise bibliográfica e documental com caráter indutivo dos dados coletados, a fim de identificar e avaliar os impactos dos sistemas automatizados de direção e controle de tiro na condução do apoio de fogo nas operações do século XXI.

3.2.3 Identificação das possibilidades de emprego na Artilharia Brasileira

Nessa fase, foram avaliados qualitativamente os dados levantados, os impactos, as capacidades do sistema brasileiro frente aos demais sistemas abordados nesse trabalho e as características da Artilharia Brasileira para definir quais as possibilidades de emprego dos

sistemas automatizados de direção e controle, no que tange a condução dos fogos no âmbito da Artilharia do Exército Brasileiro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 IMPACTOS DOS SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE DIREÇÃO E CONTROLE DE TIRO NO SÉCULO XXI

Após analisar a coletânea bibliográfica disponível, é possível apresentar quatro impactos principais produzidos na condução do apoio de fogo, durante o espaço temporal do século XXI. O primeiro desses efeitos é a redução no tempo despendido para o processamento de informações e para os cálculos balísticos. Conforme Palmer (2004), o sistema *AFATDS*, quando submetido a testes de performance, foi capaz de realizar o processamento das missões de tiro utilizando apenas uma fração de 10% a 50% do tempo normalmente gasto pelos métodos tradicionais de cálculo. Outra fonte que corrobora com a identificação deste primeiro impacto é o fato de o *ArtOs*, com auxílio do *GIS ARTA*, utilizar apenas 40 segundos para realizar os cálculos necessários ao desencadeamento do apoio de fogo, ao invés dos 20 minutos gastos pelos métodos tradicionais empregados pelos ucranianos, segundo Kobnan (2022).

Prevenir a ocorrência de fratricídio é a segunda consequência do emprego dos sistemas automatizados de direção e controle de tiros. De acordo com relatórios do exército americano, elaborados durante a Operação Iraque Livre, de 2003, e apresentados por Palmer (2004, tradução nossa):

Enquanto conduzia os fogos de mais de 35.000 munições de artilharia, 875 foguetes, e 453 mísseis de longo alcance, o *AFATDS* preveniu acidentes com fogo amigo entre os seus usuários. Apenas a sua coordenação do espaço aéreo permitiu que as aeronaves de asas rotativas e fixas engajassem de forma segura e simultânea os alvos inimigos, juntamente com os meios de apoio de fogo terrestres e navais aliados, sem a perda de nenhuma aeronave por meio de fogo amigo.

O terceiro impacto é representado pelo consumo e emprego mais eficazes das munições, uma vez que os sistemas enquadrados no escantilhão de estudo possuem a capacidade de selecionar as melhores abordagens de engajamento disponíveis, apresentando desde o meio mais adequado até o volume e tipo de munição recomendados para abater os alvos identificados, além de realizarem todo o controle do consumo de munições.

A quarta e última implicação do emprego dos sistemas automatizados de direção e controle de tiro reside no incremento da consciência situacional dos comandantes. Tal fato ocorre, pois, esses sistemas possuem a característica de realizarem tanto a interoperabilidade horizontal – responsável pela troca de informações entre as diversas unidades dispostas no

terreno – quanto a vertical – responsável pelo compartilhamento das informações entre os vários escalões envolvidos nas operações.

Ao realizar esta tarefa, os sistemas oferecem aos comandantes uma interface dinâmica e intuitiva sobre a disposição de seus meios, das unidades amigas e inimigas presentes na área de operações, além de informar sobre o estado dos seus elementos subordinados – se estão em deslocamento, realizando alguma atividade administrativa ou em condições de desencadear fogos - estado do consumo de munições e das atividades logísticas, andamento das missões de tiro e permitem, no caso do sistema alemão e norte-americano, a coordenação do apoio de fogo com os meios da força aérea e naval componentes.

Acerca dos impactos gerados pelos sistemas automatizados de direção e controle de tiro, durante os conflitos do século XXI, podemos afirmar que o seu emprego tem revolucionado a forma como os exércitos prestam seu apoio de fogo aos elementos de manobra. Analisando as informações apresentadas nesse trabalho, percebe-se que esses sistemas podem salvar vidas amigas – ao passo que reduzem a ocorrência de fratricídio – além de fornecerem aos comandantes uma considerável superioridade relativa sobre seus oponentes no que tange o processo de tomada de decisões e a capacidade de intervir no combate.

Tal superioridade ocorre porque os sistemas possibilitam aos comandantes adquirirem uma percepção real e rápida sobre o cenário em que estão inseridos, através das informações apresentadas pelas interfaces dos dispositivos. Munidos dessa consciência situacional ímpar e das linhas de ações adequadas, o alto escalão pode decidir como e quando agir de forma eficaz, oportuna e ágil por meio de seus elementos de apoio de fogo. Assim sendo, quando um dos lados beligerantes completa este ciclo contínuo do comando e controle primeiro que o outro, passa a ter a capacidade de influenciar no cenário no qual as decisões são tomadas. E dessa forma, obriga o oponente a interromper e reiniciar o seu processo de comando e controle (BRASIL, 2015).

Antes de concluirmos este tópico, cabe ressaltar que o emprego – cada vez mais frequente – de sistemas computadorizados e de alta tecnologia no campo de batalha não justifica negligenciar o adestramento das tropas para operar com os métodos tradicionais. Pois, conforme afirmam Van Riper e Scales (1997, p. 2, tradução nossa), “superioridade tecnológica não garante automaticamente a vitória no campo de batalha”.

Williams (2001) corrobora com o exposto por esses autores ao passo que nos lembra que a tecnologia funciona como força multiplicadora às forças militares e provê capacidades que não podem ser ignoradas, entretanto, quanto mais complexo um sistema, mais difícil é assegurar que este não contenha um ponto fraco que possa ser explorado pelos adversários.

O exército dos Estados Unidos passou por uma situação alarmante sobre o assunto apresentado. Em determinado momento, houve a completa supressão de todas as instruções sobre técnicas convencionais do programa de instrução qualificadora para os soldados que operavam as centrais de tiro. Tal situação chegou ao ponto no qual as unidades não conseguiam fazer a transição para os meios convencionais, e que, se não dependessem completamente dos meios digitais, não tinham capacidade de apoiar pelo fogo as operações (WISH, 2017 apud MARIANO, 2019).

4.2 POSSIBILIDADES PARA A ARTILHARIA DO EXÉRCITO BRASILEIRO

Nessa etapa comparamos, qualitativamente, o Sistema GÊNESIS com os demais sistemas presentes no escopo desse trabalho, além de avaliar sua potencialidade em reduzir ou suprimir as limitações da artilharia brasileira, assim como suas possibilidades para incrementar as capacidades da mesma.

Tabela 1 – Comparação das Capacidades dos Sistemas

CAPACIDADES		AFATDS	GÊNESIS	ARTOS	ADLER	ARPAD
Controle de Elementos	Técnicos	x	x	x	x	x
	Táticos	x	x	x	x	x
	Logísticos	x			x	
Ordem de Avaliação dos Alvos	Qualitativa	x			x	
	Cronológica		x	x		x
Confecção e Compartilhamento de Planos de Apoio de Fogos		x	x		x	
Meios de Aquisição de Dados/Alvos	Sensores Terrestres	x		x	x	
	Observadores Avançados	x	x	x	x	x
	Sensores Aéreos	x			x	
	Outros Sistemas de Dados	x		x	x	
Integração com os meios de Apoio de Fogo Aéreos e Navais		x			x	
Interoperabilidade com outros Sistemas C2		x			x	

Fonte: AUTOR (2022)

Ao examinarmos a Tabela 1, verificamos que uma das particularidades do GÊNESIS é que ele não realiza o controle das funções logísticas durante as operações. Tal fato colabora para a manutenção de uma das principais deficiências do nosso apoio de fogo, que é a limitada capacidade de transporte de munições. Portanto, sugere-se que as versões futuras do referido sistema incluam essa capacidade, pois dessa forma os comandantes da função de combate Fogos terão melhores capacidades para planejar e coordenar o deslocamento dos comboios logísticos, o posicionamento das áreas destinadas ao remuniamento e as fases dos planos de apoio de fogo – de maneira a permitir que as unidades de tiro estejam sempre supridas, permanecendo disponíveis por mais tempo e possibilitando a realização de suas missões de forma oportuna e eficaz.

Quando apreciamos o aspecto anterior junto com o fato de o GÊNESIS possuir uma interoperabilidade limitada ao nível Brigada, percebemos que a centralização dos fogos e mais uma vez o apoio logístico ficam seriamente prejudicados, pois, um CoTat de GAC não consegue se comunicar com outro CoTat, e isso gera problemas técnicos no momento em que a Artilharia Divisionária (AD) ou qualquer comandante de artilharia procurar centralizar e emassar os seus fogos – tendo em vista que um GAC não conseguirá compartilhar, via GÊNESIS, seus dados e informações com outro GAC.

Uma solução para esse problema seria passar todas as unidades de tiro em reforço de fogos para um único GAC, a fim de permitir a centralização do compartilhamento das informações. Entretanto, deve-se considerar que tal medida sobrecarregaria as comunicações e o apoio logístico.

Outra consequência dessa limitação é que, atualmente, o sistema brasileiro não permite a atuação conjunta dos meios de apoio de fogo do Exército com os meios da Marinha do Brasil, nem com os da Força Aérea Brasileira.

Tal limitação gera um grande prejuízo na qualidade do apoio de fogo prestado. Pois, primeiro, não permite a coordenação entre as Forças, o que pode resultar no emprego simultâneo de diversos meios no cumprimento de uma única missão. Por exemplo, um alvo que já esteja previsto na lista de alvos da artilharia pode também estar na lista de alvos do apoio aéreo. Isto gera complicações na hora de selecionar qual meio prestará o apoio de forma oportuna, além de gerar um consumo desnecessário de munições e empregar os meios nobres em missões de baixa prioridade, que poderiam ser engajados por um meio de apoio de fogo adequado à natureza do alvo.

Ainda sobre aquela limitação, abrem-se brechas para a ocorrência de fratricídio, porque fica impossibilitada a coordenação do espaço aéreo entre as aeronaves, mísseis, foguetes e projéteis de artilharia presentes na Zona de Ação.

A terceira apreciação que pode ser realizada é a característica do software de avaliar cronologicamente os alvos e não qualitativamente. Quando analisamos o *AFATDS* ou o *ADLER III*, percebemos que eles realizam a análise dos métodos de engajamento baseando-se nas diretrizes do comando e nas prioridades inseridas previamente no sistema. Tal aspecto poderia ser corrigido nas versões futuras do GÊNESIS, pois, atualmente, um alvo de baixa prioridade pode ser abatido primeiro que um alvo altamente compensador, apenas por ter sido identificado antes pelos meios de busca de alvos.

Quando analisamos esses meios de busca de alvos percebemos que a artilharia brasileira carece de modernos equipamentos dessa natureza. Salientamos também que o sistema brasileiro de direção e controle de tiros possui os observadores como único meio para identificar possíveis alvos. Portanto se tivéssemos acesso a tais equipamentos, o Sistema GÊNESIS ganharia uma considerável capacidade de obtenção, processamento de informações sobre os alvos e melhoraria na qualidade do apoio de fogo prestado.

Por conseguinte, levantamos como sugestão a possibilidade de realizarem-se estudos sobre a viabilidade de integração dos radares de vigilância terrestre do Sistema Integrado de Monitoramento de Fronteiras (SISFRON) - já disponíveis nas unidades de Infantaria e Cavalaria subordinadas ao Comando Militar do Oeste - ao Sistema GÊNESIS, para que, a artilharia brasileira possa explorar esses recursos como meios de busca de alvos até a concretização da implantação da Bateria de Busca de Alvos pelo Comando da Artilharia do Exército Brasileiro.

Apesar das limitações apresentadas até agora, o GÊNESIS representa uma valiosa ferramenta para o Exército Brasileiro. Pois, quando avaliamos o cenário geopolítico da América Latina, no qual o Brasil está inserido, verificamos que a artilharia brasileira possui um sistema que permite calcular e processar os dados das missões de tiro com maior velocidade, coordenar o apoio de fogo terrestre, além de confeccionar e compartilhar planos de apoio de fogos de maneira rápida e segura. Isso permite a função de combate Fogos do Exército Brasileiro desenvolver a superioridade relativa do ciclo de comando e controle e assegurar certa vantagem estratégica no subcontinente.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

No início do trabalho, percebeu-se que a dinamicidade e complexidade características dos conflitos armados modernos exigiam um emprego mais seletivo, preciso, oportuno e coordenado dos fogos, com a finalidade de evitar danos aos elementos civis, neutralizar as ameaças dinâmicas e dispersas que ameaçassem o êxito das operações, possibilitando o aprofundamento do combate.

Diante disso, a pesquisa teve como objetivo geral analisar os impactos dos sistemas automatizados de direção e controle de tiro nos combates do século XXI e as possibilidades do emprego desses sistemas na condução de fogos na Artilharia do Exército Brasileiro. Constata-se que o trabalho atendeu o objetivo geral, uma vez que conseguiu identificar quatro principais impactos gerados pelos sistemas na condução das ações militares, a saber, redução no tempo gasto para o processamento das informações e para os cálculos balísticos, prevenção de fratricídios, consumo e emprego mais eficazes das munições e aumento da consciência situacional dos comandantes. Também foram identificadas como limitações do Sistema GÊNESIS as debilidades no controle das funções logísticas, na integração entre os escalões e com os meios de apoio de fogo das forças coirmãs e dessa forma foram enunciadas as possibilidades de melhorias do sistema brasileiro.

Durante o processo metodológico utilizado para se alcançar os objetivos particulares e geral, percebeu-se que a grande maioria dos documentos e informações eram escassos, pelo fato de os detalhes de funcionamento dos sistemas serem tratados com algum nível de sigilo, além de estarem disponíveis quase que sempre no idioma inglês. Tais fatos se caracterizaram como limitações ao trabalho, pois nem todos os detalhes referentes aos sistemas puderam ser analisados com profundidade e o processo de tradução dos textos acabou por aumentar o tempo investido para a coleta dos dados.

Por fim, sugere-se a realização de estudos de viabilidade quanto à inserção de novas capacidades ao Sistema GÊNESIS e quanto à implantação dos radares de vigilância terrestre como meios de busca de alvos, a fim de incrementar as capacidades na artilharia brasileira.

REFERÊNCIAS

- ABREU, Luís André Gomes de. **CPDT: manual do usuário**. 1 ed. Rio de Janeiro, 2021.
- ABREU, Luís André Gomes de. **TVP: manual do usuário**. 1 ed. Rio de Janeiro, 2021
- ABREU, Luís André Gomes de; JUNIOR, Joziel Matos Corrêa. **TOL: manual do usuário**. 1 ed. Rio de Janeiro, 2021.
- ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS. **Iniciação à Pesquisa Científica**. 2 ed. Resende: Editora Acadêmica, 2019.
- ARTOS. **ArtOS System**. Trident Defense. Disponível em: <https://artos.tech/> Acesso em 12 de agosto de 2022.
- BOUTELLE, Steven W.; FILAK, Ronald. **AFATDS: The Fire Support Window to the 21st Century**. ARMY FIELD ARTILLERY TACTICAL DATA SYSTEMS FORT SILL OK, 1996. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA406034>. Acesso em 12 out. 2021.
- BRASIL, Exército. **EB70-MC-10.205: Comando e Controle**. 1 ed. Brasília, 2015.
- BRASIL, Exército. **EB70-MC-10.224: Artilharia de Campanha nas Operações**. 1 ed. Brasília, 2019.
- ESG. **ADLER III JFS Artilley C4FS System**. Disponível em: <https://esg.de/en/solutions-services/land/c4istar/adler>. Acesso em 10 ago. 2022.
- GIRARD, Rômulo; PERES, Janilma; DRAEGER, Vitor. **CoTat: manual do usuário**. 1 ed. Rio de Janeiro, 2021.
- GYARMATI, József; KENDE, György; RÓZSÁS, Tamás; TURCSÁNYI, Károly. The Hungarian field artillery fire control system ARPAD and its comparison with other systems. **AARMS (Academic and Applied Research in Military Science)**, v. 1, p. 9-38, 2002. Disponível em: https://nkerepo.uni-nke.hu/xmlui/bitstream/handle/123456789/13049/Gyarmati_Kende_R%C3%B3zs%C3%A1s_Turcs%C3%A1nyi_Comparison%20of%20the%20Hungarian%20Field%20Artillery%20Fire%20Control%20System%20ARPAD%20with%20Other%20Systems.pdf?sequence=1. Acesso em 12 out. 2021.
- KOBZAN, Sergiy. GIS FOR THE ARMED FORCES OF UKRAINE. TWO COMPONENTS OF VICTORY. **Scientific Collection «InterConf+»**, n. 15, p. 347-353, 2022.
- MARCONI, Marina de Andrade; LAKATOS, Eva Maria. **Fundamentos de metodologia científica**. 5. ed.-São Paulo: Atlas, 2003. Disponível em: [http://joinville.ifsc.edu.br/~thiago.alencar/Tecnologo_Mecatronica/TCC1/outros/Fundamentos%20de%20Metodologia%20Cien%20-%20Eva%20Maria%20Lakatos\(1\).pdf](http://joinville.ifsc.edu.br/~thiago.alencar/Tecnologo_Mecatronica/TCC1/outros/Fundamentos%20de%20Metodologia%20Cien%20-%20Eva%20Maria%20Lakatos(1).pdf). Acesso em: 20 out. 2021.
- MARIANO, Matheus Henrique Sobrinho. **Técnica de tiro de artilharia: a importância da proficiência nos métodos tradicionais para o Exército Brasileiro**. 2019. Disponível em: <https://bdex.eb.mil.br/jspui/bitstream/123456789/6328/1/6494.pdf.pdf>. Acesso em: 23 mar. 2023.

PALMER, Pamela. **The Advanced Field Artillery Tactical Data System Proves Successful in Battle**. OGDEN AIR LOGISTICS CENTER HILL AFB UT SOFTWARE MAINTENANCE SQUADRON, 2004. Disponível em: <https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA574316>. Acesso em 14 out. 2021.

PIZZANI, Luciana et al. A arte da pesquisa bibliográfica na busca do conhecimento. **RDBCI: Revista Digital de Biblioteconomia e Ciência da Informação**, v. 10, n. 2, p. 53-66, 2012. Disponível em: <https://periodicos.sbu.unicamp.br/ojs/index.php/rdbci/article/view/1896>. Acesso em: 18 out. 2021.

VAN RIPER, Paul; SCALES JR, Robert H. Preparing for War in the 21st Century. **The US Army War College Quarterly: Parameters**, v. 27, n. 3, p. 14, 1997. Disponível em: <https://press.armywarcollege.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=1845&context=parameters>. Acesso em: 23 mar. 2023.

WILLIAMS, R. D. Is the West's Reliance on Technology the Panacea for Future Conflict or its Achilles' Heel?. **Defence Studies**, v. 1, n. 2, p. 38-56, 2001. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/pdf/10.1080/714000026>. Acesso em: 23 mar. 2023.

ZANELLA, Liane Carly Hermes. **Metodologia de pesquisa**. 2. Ed. Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração, UFSC, 2011. Disponível em: <https://www.atfcursosjuridicos.com.br/repositorio/material/3-leitura-extra-02.pdf>. Acesso em: 18 out. 2021.