



CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES

CAP RAMON GASPAR ZIMBICKI DA SILVA

ESTUDO DA APLICABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA GÊNESIS NA DIREÇÃO DE TIRO DE UM GRUPO DE MÍSSEIS E FOGUETES

**Formosa – GO
2022**



CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES

CAP RAMON GASPAR ZIMBICKI DA SILVA

ESTUDO DA APLICABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA GÊNESIS NA DIREÇÃO DE TIRO DE UM GRUPO DE MÍSSEIS E FOGUETES.

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



**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: RAMON GASPAR ZIMBICKI DA SILVA – CAP ART

ESTUDO DA APLICABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA GÊNESIS NA DIREÇÃO DE TIRO DE UM GRUPO DE MÍSSEIS E FOGUETES.

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

APROVADO EM ____/____/2022

CONCEITO: _____

BANCA EXAMINADORA

Membro	Menção Atribuída

**RAMON GASPAR ZIMBICKI DA SILVA – Cap Art
Aluno**

ESTUDO DA APLICABILIDADE DA UTILIZAÇÃO DO SISTEMA DIGITALIZADO DE ARTILHARIA DE CAMPANHA NA DIREÇÃO DE TIRO DE UM GRUPO DE MÍSSEIS E FOGUETES

Ramon Gaspar Zimbicki da Silva
João Paulo Serpa Ramos

RESUMO

O presente estudo aborda aspectos relacionados com o controle digitalizado da direção de tiro no sistema ASTROS e sua possível integração com o sistema Gênesis GEN-3004, desenvolvido pela IMBEL. Diversos exércitos possuem sistemas digitalizados de controle e direção de tiro, que fornecem rapidez ao cálculo e serve de eficiente ferramenta para o planejamento e coordenação de fogos, como é o caso dos programas norte-americanos *AFATDS* e *CENTAUR* e dos ucranianos *ArtOS* e *GIS Arta*, estes em uso e destaque no atual conflito que ocorre entre Rússia e Ucrânia. Em comparação a esses sistemas, o Brasil possui o sistema Gênesis GEN-3004, que realiza a integração e a digitalização do tiro, a nível Brigada, desde o Observador Avançado até o Chefe de Peça. O sistema em sua atual concepção ainda não permite a inserção das tabelas de tiro do ASTROS e outras informações necessárias para o tiro de foguetes, porém, com uma série de adaptações propostas, poderá apresentar várias possibilidades que, à semelhança dos sistemas utilizados no exterior, poderão trazer consciência situacional para os escalões envolvidos no planejamento e coordenação dos fogos cinéticos e trazer celeridade e rapidez à direção de tiro, tanto de mísseis e foguetes quanto de materiais de tubo.

Palavras-chave: Direção de tiro. Artilharia. Mísseis e Foguetes. ASTROS, Artilharia de Campanha, Sistema Gênesis, integração.

ABSTRACT

The present study addresses aspects related to the digitalized control of the direction of fire in the ASTROS system and its possible integration with the Genesis GEN-3004 system, developed by IMBEL. Several armies have digital fire control and direction systems, which provide quick calculation and serve as an efficient tool for the planning and coordination of fires, as is the case of the North American softwares *AFATDS* and *CENTAUR* and the Ukrainian softwares *ArtOS* and *GIS Arta*, these in use and prominently in the current conflict taking place between Russia and Ukraine. In comparison to these systems, Brazil has the Genesis GEN-3004 system, which performs the integration and digitalization of the shot, at Brigade level, from the Advanced Observer to the Chief of Piece. The system in its current design still does not allow the insertion of the ASTROS firing tables and other information necessary for the firing of rockets, however, with a series of proposed adaptations, it may present several possibilities that, similarly to the systems used abroad, they can bring situational awareness to the echelons involved in the planning and coordination of kinetic fires and bring celerity and speed to the direction of fire, both for missiles and rockets and for howitzer and mortar materials.

Keywords: Direction of fire. Artillery. Missiles and Rockets. ASTROS, Field Artillery, Genesis System, integration

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	06
1.1	PROBLEMA.....	09
1.2	OBJETIVOS.....	11
1.3	JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES	11
2	METODOLOGIA	12
	REVISÃO DE LITERATURA E COLETA DE	
2.1	DADOS.....	12
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	14
	SISTEMAS DIGITALIZADOS DE ARTILHARIA DE CAMPANHA	
3.1	EM VOGA.....	14
	<i>Advanced Field Artillery Tactical Data System</i>	
3.1.1	<i>(AFATDS)</i>	14
3.1.2	<i>CENTAUR</i>	15
3.1.3	<i>GIS Art of Artillery (GIS ARTA)</i>	16
3.1.4	<i>ArtOS</i>	18
3.1.5	<i>Sistema Gênese GEN-3004</i>	20
3.2	A DIREÇÃO DE TIRO DO SISTEMA ASTROS.....	25
3.2.1	Métodos Eletrônicos	26
3.2.2	Métodos Convencionais	27
	A VIABILIDADE DE INTEGRAÇÃO DO SISTEMA GÊNESIS	
3.3	COM O SISTEMA ASTROS.....	29
	As possibilidades da integração entre o sistema Gênese e	
3.3.1	o sistema ASTROS	30
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	34
	REFERÊNCIAS	36

1 INTRODUÇÃO

Na transição da era da informação para a era do conhecimento, vive-se a transformação rápida dos meios bélicos, e em especial da artilharia. O que dantes se manifestava de modo analógico, agora dá lugar a aparatos tecnológicos e dinâmicos, trazendo velocidade e precisão ao emprego dos fogos e dos demais armamentos. Tal transformação ocorre em um ritmo acelerado, no qual nações não podem apresentar morosidade para acompanhá-la.

Entende-se por tecnologia como sendo um produto da ciência e da engenharia que envolve um conjunto de instrumentos, métodos e técnicas que visam a resolução de problemas. É uma aplicação prática do conhecimento científico em diversas áreas de pesquisa. A palavra tecnologia tem origem no grego "tekhne" que significa "técnica, arte, ofício" juntamente com o sufixo "logia" que significa "estudo". A tecnologia, além de ser a mola impulsionadora das mudanças ocorridas no mundo, determina também a velocidade com que essas mudanças ocorrem. A transição da era agrícola para a era industrial, ocasionada, principalmente pela revolução industrial, levou séculos para acontecer, diferente dos dias atuais, aonde estas mudanças estão ocorrendo anualmente ou, às vezes, mensalmente. Esta afirmação leva ao seguinte questionamento: O mundo ainda se encontra na Era da Informação, ou será que ele está em transição para uma nova Era? Quais são as repercussões para a Doutrina Militar destas mudanças? (MORGADO, 2021, p.1)

Tal situação pode ser evidenciada nos conflitos mais recentes, em especial na guerra entre Ucrânia e Rússia, onde impera o combate entre obuses, mísseis e foguetes (Neto, 2022), e a evolução técnica está estampada em cada centímetro do teatro de operações em questão.

Figura 1: Unidades HIMARs doadas pelos EUA à Ucrânia em junho de 2022.



Fonte: <https://extra.globo.com/noticias/mundo/ucrania-recebe-foguetes-poderosos-prometidos-por-biden-25531919.html>

Percebe-se, portanto, que a busca por rapidez e precisão tem sido uma constante da arma dos fogos largos, densos e profundos, com esse emprego de sistemas digitalizados que podem não só dinamizar a direção de tiro do apoio de fogo, mas também trazer consciência situacional aos escalões superiores, proporcionar melhor planejamento e coordenação dos fogos e assessorar corretamente o comando com todas as possibilidades e limitações de modo claro e conciso.

Como exemplos de sistemas digitalizados, podem ser citados o *AFATDS* e o *CENTAUR* (EUA), o *BATES* (Reino Unido) e o *AFCS* (Israel), onde todos os propósitos apresentados anteriormente buscam ser atingidos. No Brasil, há o CPDT, evolução dos antigos CPDT PALMAR e Sistema GÊNESIS, em fase final de desenvolvimento e integração.

Na evolução tecnológica, tem sido procurado para a Artilharia de Campanha o máximo de precisão e velocidade para o cumprimento das missões de tiro, diminuindo o tempo de reação e atendendo às demandas e necessidades de fogos cinéticos e atuadores não cinéticos da FTC, do nível A CEx à Bda.

Em se tratando da doutrina doméstica brasileira, a Artilharia de Mísseis e Foguetes, ramo da Artilharia de Campanha cujas plataformas são baseadas em tubos, possui como missão principal bater alvos de elevada importância, como aqueles considerados estratégicos e os que são localizados em profundidade no campo de batalha (BRASIL, 2015).

Assim, o Exército Brasileiro emprega, para tanto, o material ASTROS (Artillery Saturation Rocket System), por meio do 6º Grupo de Mísseis e Foguetes (GMF) e do 16º GMF, OM subordinadas ao Comando de Artilharia de Exército (Cmdo Art Ex), localizado no Forte Santa Bárbara, em Formosa - GO.

O Grupo de Mísseis e Foguetes (GMF) é uma unidade de Artilharia de Campanha do Exército Brasileiro com capacidade de realizar a saturação de área e fogos de aprofundamento pelo alcance e pelas características de suas munições. Os lançadores de mísseis e foguetes que compõem o GMF possuem elevada mobilidade tática, podendo deslocar-se por grandes distâncias sobre terrenos com superfícies variadas. (BRASIL, 2021, p.15)

O sistema ASTROS é um material concebido pela empresa nacional AVIBRAS Industria Aeroespacial em meados 1980, tendo sido aperfeiçoado até as versões mais modernas, sendo sistemicamente composto por uma série de viaturas, munições, radares e demais equipamentos que concedem à Força Terrestre

“capacidade de dissuasão extrarregional incomparável no continente sul-americano, tendo em vista a excepcional capacidade de efeito sobre os alvos somados aos grandes alcances propiciados pelos mísseis e foguetes do Sistema” (SERPA, 2021).

O Sistema ASTROS foi concebido e elaborado pela empresa brasileira AVIBRAS, sediada em São José dos Campos (SP). Os trabalhos envolvem a concepção, o desenvolvimento e o fornecimento do míssil tático de cruzeiro (MTC), do foguete guiado, das novas viaturas lançadoras, remuniçadoras, de comando e controle, meteorológicas e de apoio ao solo, do projeto de engenharia, dos testes de voos, dos protótipos, da definição de insumos agregados com elevada tecnologia e da pintura com baixa resolução. (EXÉRCITO, 2014)

O sistema ASTROS II fora testado em combate real no Golfo Pérsico, quando reconhecido como um dos mais eficientes sistemas táticos de lançadores de foguetes em emprego no mundo, com sua simplicidade, alta mobilidade e fácil manutenção e operação (BRASIL, 1999).

Figura 2 – VBLMU-MSR do Sistema ASTROS



Fonte: CASTILHO, 2020, p. 9

O sistema ASTROS já apresenta grandes saltos tecnológicos, com os sistemas e computadores presentes na VBLMU-MSR, VBUCF-MSR e VBCCU-MSR, que permitem sua integração e troca de informações, visando a inserção de parâmetros corretos e precisos para o tiro de foguetes. Contudo, paira a dúvida sobre a possibilidade de se empregar outro sistema digitalizado, como o Sistema Digitalizado de Artilharia de Campanha (SisDAC), que está em suas últimas fases de integração, para o material de tubo de Artilharia de Campanha. Desta forma, tal abordagem se justifica pelo estudo da viabilidade do uso do SisDAC, de origem nacional, junto ao sistema ASTROS, com o foco para a direção de tiro.

Assim, este trabalho possui como foco principal a praticabilidade da supracitada integração, e um raciocínio visando sua finalidade, tendo em vista que o sistema de direção de tiro do ASTROS já possui seu computador para cálculo de tiro, conforme será apresentado a seguir. Este estudo se debruça exclusivamente na direção de tiro do Sistema ASTROS, valendo-se de referências encontradas dentro e fora da instituição Exército Brasileiro.

1.1 PROBLEMA

Atualmente, em virtude das mudanças do conceito de Segurança e do próprio contexto de emprego das Forças Armadas (FA), os países desenvolvidos têm priorizado em seus planejamentos estratégicos de defesa a geração de capacidades que possibilitem a preparação e o aprimoramento dos seus organismos de defesa frente aos desafios inerentes a cenários difusos, heterogêneos e voláteis. Em compasso com este processo, a Política Nacional de Defesa (PND) e Estratégia Nacional de Defesa (END) do Brasil apontam para um processo de transformação das suas Forças Armadas, com mudanças na sua organização e no seu emprego, com base em novas capacidades e em novos processos mentais.

O Exército Brasileiro (EB) busca a consecução deste processo de transformação por meio de um amplo portfólio de Programas Estratégicos (Prg EE), que, gerenciado pelo Escritório de Projetos do Exército (EPEX), contribui para que sejam atingidos os Objetivos Estratégicos do Exército (OEE). Especial atenção tem sido dedicada às entregas de novas capacidades e ao incremento da eficiência na gestão dos recursos, bem como na busca pela sustentabilidade das iniciativas estratégicas e o seu alinhamento com a Estratégia Nacional de Defesa. (SÁ, 2020, p.14)

O programa ASTROS, inserido no subportifólio Defesa da Sociedade, tem por objetivo equipar a F Ter com um Sistema de Artilharia de Mísseis e Foguetes com elevada precisão e letalidade, com altíssima tecnologia agregada, e inserção de tecnologia nacional (Brasil, 2018). Tal iniciativa tem contribuído para um salto tecnológico e dissuasório do Brasil perante a América Latina, contribuindo com sua projeção de poder.

Dessa feita, o sistema ASTROS possui um alto nível de tecnologia embarcada, com sistemas eletrônicos de comando e controle e direção de tiro, capazes de realizarem cálculos precisos referentes a localização de alvos, viaturas lançadoras, medição de parâmetros meteorológicos.

Enfim, muitas variáveis que envolvem o controle tático e técnico do emprego de mísseis e foguetes. Contudo, situações adversas podem ocorrer e o sistema eletrônico estar indisponível por algumas razões, levando os militares integrantes de uma Seção de Operações (Seç Op), ou mesmo de uma Bia MF, em detalhe mais

específico, a realizar tais análises de missões e cálculos de tiro de modo manual e analógico, mais sujeitos à interferência e erro humano.

A Artilharia de Campanha de tubo, por sua vez, tem recebido grande atenção do Comando do Exército através do Subprograma Sistema de Artilharia de Campanha (SAC), parte integrante do Programa Estratégico Obtenção da Capacidade Plena (OCOP).

Um dos produtos relacionados ao subprograma supracitado é o desenvolvimento de um sistema digitalizado, que permitiria a integração de um Observador Avançado (OA) até o Chefe de Peça (CP), trazendo velocidade, dinamismo e precisão com o emprego audacioso de meios de comando e controle e componentes digitalizados de direção de tiro. A esse produto, conhecido como Sistema Gênesis 3004, tem sido atribuído um avanço tecnológico no tocante à direção de tiro no âmbito da Artilharia de Campanha do Exército Brasileiro.

Tal empreitada encontra-se em suas fases finais de validação, já mobiliando o 31º Grupo de Artilharia de Campanha (GEsA), o 3º Grupo de Artilharia de Campanha Autopropulsado (3º GAC/AP) e em uso na Academia Militar das Agulhas Negras, em instruções e exercícios de formação.

Portanto, gera-se o seguinte questionamento: **é viável a integração do sistema de direção de tiro de um Grupo de Mísseis e Foguetes ao Sistema Gênesis?**

1.2 OBJETIVOS

Este estudo tem como objetivo principal analisar a viabilidade da integração do sistema de direção de tiro de um Grupo de Mísseis e Foguetes ao Sistema Gênesis GEN-3004, e encontrando finalidades e soluções que tal proposta possa estar acrescentado ao sistema ASTROS, já consagrado em batalhas no final do século XX.

1.3 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES

Com o intuito de permitir um recobrimento dos meios eletrônicos de direção de tiro utilizados no Sistema ASTROS, é interessante que haja meios que forneçam rapidez e precisão necessários para garantir “a saturação de área e fogos de

aprofundamento pelo alcance e pelas características de suas munições” (BRASIL, 2021, p. 15). Junto a isso, utilizar-se de meios produzidos em território nacional podem contribuir significativamente para o desenvolvimento e maturação da indústria bélica nacional.

Outrossim, a elaboração de uma alternativa para ter um *backup* dos sistemas de direção de tiro empregados com os foguetes podem colaborar para um reduzido poder de influência do fator humano nas análises do método de ataque, tipo de foguete a ser empregado e levantamento de parâmetros, como azimute de tiro, elevação e tempo de espoleta. Assim, pode-se reduzir o estresse aos envolvidos nesses levantamentos e permitir um melhor rendimento de trabalho com o uso de tais ferramentas.

Por fim, um dispositivo a mais de cálculo de direção de tiro que seja modular, ou mesmo disponível em computadores portáteis, como *tablets*, permite que esses meios não estejam restritos à uma Bia MF ou à Seç Op, mas permite que o COT Esc considerado possa planejar correta e coerentemente seus meios de apoio de fogo, tendo uma melhor consciência situacional.

2 METODOLOGIA

Para obter informações que pudessem apoiar a formulação de uma possível resposta para o problema, esta pesquisa contemplou a análise de soluções baseadas em produtos utilizados por exércitos de nações e soluções já adotadas no país, somado à pesquisa que já se desenvolve nacionalmente com produtos voltados para a direção computadorizada de tiro.

Foi utilizado o método dedutivo, tendo em vista que servirá de base para uma proposta de complementação ao que já é utilizado na direção de tiro do Sistema ASTROS. O resultado obtido poderá ser testado em exercícios de adestramento após a aprovação deste trabalho. Cabe ressaltar que os dados colhidos possuem caráter subjetivo, pois este tema ainda está em desenvolvimento e não possui uma solução definida.

O tipo desta pesquisa é qualitativa, pois ela permite descrever a complexidade de um problema e analisar a interação entre variáveis. Ao final deste trabalho, será apresentado um resultado e uma conclusão de acordo com a visão do autor, o que também caracteriza uma pesquisa qualitativa.

2.1 REVISÃO DE LITERATURA E COLETA DE DADOS

A revisão da literatura tem como objetivo analisar o problema identificado, como seu histórico, surgimento e gravidade e expor quais fontes foram utilizadas para a apresentação de uma solução.

A elaboração de uma doutrina ainda é palco de discussões em seminários doutrinários elaborados pelo Cmdo Art Ex. A Art Msl Fgt é recente e sua doutrina recebe, a cada ano, atualizações devido a problemas encontrados ao longo de sua introdução no EB.

Os manuais de campanha utilizados para esta pesquisa foram: GRUPO DE ARTILHARIA DE CAMPANHA (EB70-MC-10.360), GRUPO DE MÍSSEIS E FOGUETES (EB70-MC-10.363) e TÉCNICA DE TIRO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES (EB70-MT-11.419).

Devido à experiência na formulação de doutrinas e pela gama de conhecimento em diversas áreas da Art Msl Fgt, foram consultados diversos oficiais do Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes (C I Art Msl Fgt).

Para acesso a materiais de outras nações, foi necessário utilizar endereços eletrônicos e páginas da internet em sua elaboração, sendo que as fontes não ficaram restritas somente a manuais do EB e Notas de Coordenação Doutrinária.

Para a coleta de dados das fontes, as leituras realizadas foram exploratória, analítica, seletiva e interpretativa de manuais e documentos publicados na Biblioteca Digital do Exército (BDEx).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 SISTEMAS DIGITALIZADOS DE ARTILHARIA DE CAMPANHA EM VOGA

3.1.1 *Advanced Field Artillery Tactical Data System (AFATDS)*

O *Advanced Field Artillery Tactical Data System (AFATDS)* é o sistema de Comando e Controle de Apoio de Fogo (C2) empregado pelas unidades do Exército dos EUA e do Corpo de Fuzileiros Navais dos EUA para fornecer suporte automatizado para planejamento, coordenação, controle e execução de fogos e efeitos.

O AFATDS prioriza alvos recebidos de vários sensores e realiza análises de alvos usando dados situacionais combinados com o exame de situação do comandante. O resultado são opções de apoio de fogo oportunas, precisas e coordenadas para engajar alvos usando sistemas de armas do Exército, Fuzileiros Navais, Marinha e Força Aérea. O sistema oferece total flexibilidade para gerenciar ataques a alvos pré-planejados e fugazes.

O AFATDS suporta sistemas de armas como morteiros, obuseiros, foguetes, apoio aéreo aproximado, helicópteros de ataque e sistemas *Naval Surface Fire Support (NSFS)*.

O AFATDS também atua como um "servidor" de apoio de fogo para clientes baseados em LAN e baseados em Internet de uso militar, incluindo o *AFATDS Effects Management Tool (EMT)* e o *USMC Command and Control Personal Computer (C2PC) EMT*.

O AFATDS é usado em todos os escalões do Exército dos EUA, do pelotão a Grandes Unidades e no Corpo de Fuzileiros Navais, da linha de fogo às Forças Expedicionárias da Marinha. O AFATDS está instalado a bordo dos navios anfíbios da Classe LHA / LHD da Marinha dos EUA para apoiar os Grupos de Ataque Expedicionário (ESGs) para operações anfíbias.

O AFATDS opera com todos os sistemas de apoio de fogo atuais e planejados dos EUA, bem como sistemas C2 de artilharia de campanha aliados, como o BATES do Reino Unido, o ADLER alemão, o ATLAS francês e o SIR italiano. O AFATDS é aprovado para vendas militares estrangeiras. (RAYTHEON, 2022 – tradução nossa)

Figura 3: Militar norte-americano utilizando o Sistema AFATDS.



Fonte: <https://asc.army.mil/web/portfolio-item/advanced-field-artillery-tactical-data-system-afatds/>, acesso em 28 de junho de 2022.

Como abordado acima, o *Advanced Field Artillery Tactical Data System* (AFATDS) é o sistema de direção de tiro empregado pelo Exército e Corpo de Fuzileiros Navais dos EUA, a fim de digitalizar e oferecer produtos voltados ao planejamento, coordenação, controle e execução de fogos e seus efeitos.

Figura 4: Sistema AFATDS



Fonte: https://www.google.com/imgres?imgurl=https%3A%2F%2Flive.staticflickr.com%2F5606%2F32026368385_6b05667da1_b.jpg&imgrefurl=https%3A%2F%2Fwww.flickr.com%2Fphotos%2Fusaasc%2F32026368385&tbid=rC0Ht6cRvNCxWM&vet=12ahUKEwiso8jIz-H4AhWJr5UCHZp-DdAQMygFegUIARCRAQ..i&docid=I1j70DyJFTdENM&w=1024&h=680&q=afatds&ved=2ahUKEwiso8jIz-H4AhWJr5UCHZp-DdAQMygFegUIARCRAQ, acesso em 4 de junho de 2022.

O AFATDS suporta sistemas de armas como morteiros, obuseiros e foguetes, como o M-142 HIMARS e o M-270 MLRS (Yousif, 2022). O sistema também interopera e se integra com mais de 80 sistemas diferentes, incluindo sistemas de armas e de C2 da Marinha e da Força Aérea e sistemas de apoio de fogo de outros países.

3.1.2 CENTAUR

O *software CENTAUR* responde aos requisitos críticos de vários serviços (Exército dos EUA, Corpo de Fuzileiros Navais dos EUA) para calcular rapidamente o tiro de obuseiros e morteiros em treinamento e combate. Isso é possível devido ao desenvolvimento, aceitação e implantação de seu sistema *CENTAUR Technical Fire Direction* (TFD).

Usando *tablet*, o sistema *CENTAUR* é um produto portátil moderno e leve que calcula com segurança e precisão os dados de disparo para unidades ação rápida (aérea, aeromóvel, infantaria leve e forças anfíbias) durante as fases iniciais de operações de infiltração, penetração e durante

operações de junção junto a fogos de artilharia ou desembarques aeroterrestres.

O *CENTAUR* também é usado como um meio independente de validação do sistema de direção de tiro, tanto tático quanto técnico. O sistema principal é o *Raytheon Advanced Field Artillery Tactical Data System* (AFATDS). Ele calcula informações da pontaria de armas e munições, permitindo que missões tiro sejam disparadas de forma rápida e segura em deslocamento e/ou imediatamente após a ocupação de uma posição de tiro, antes da chegada e configuração do AFATDS. Esse recurso adicional permitiu que a *CENTAUR* substituísse o sistema de computador de backup de mais de 20 anos (*BUCS*), que não era suportado há mais de uma década.

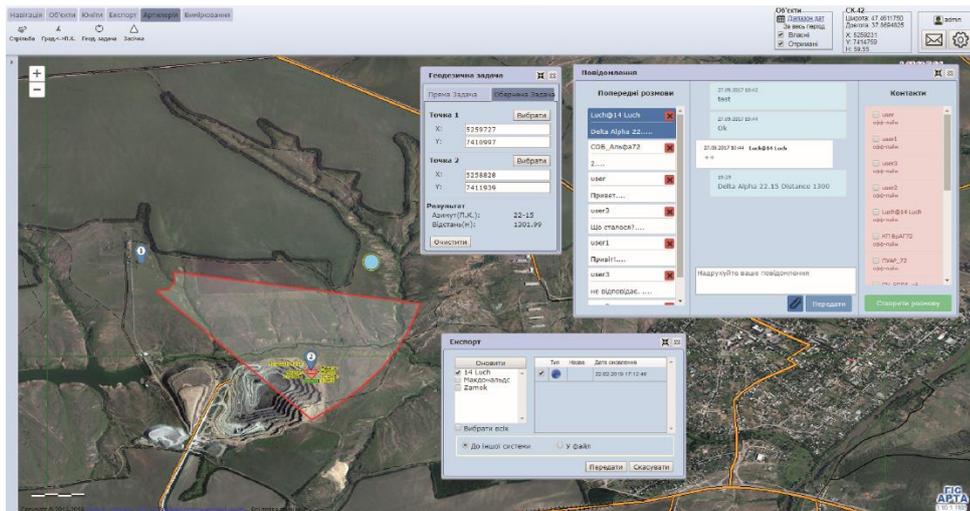
O *CENTAUR* é o primeiro e único sistema em campo a calcular dados de segurança de combate e treinamento e, em seguida, comparar soluções de disparo de armas individuais com as restrições de segurança para identificar possíveis violações de segurança. O *CENTAUR* automatiza o método anteriormente manual de calcular as informações de segurança durante o exercício de treinamento com fogo real para evitar acidentes. É único em sua capacidade de considerar condições fora do padrão em todos os seus cálculos de segurança. Além disso, trabalhando em estreita colaboração com especialistas no assunto do cliente, a *Raytheon* desenvolveu as Regras de Computação de Segurança Digital, que agora estão sendo estendidas e usadas para desenvolver doutrina militar publicada e/ou procedimentos de unidade. (JOHNSON, 2007, p. 2 – tradução nossa)

Como exposto, o *CENTAUR* é um sistema de direção de tiro vocacionado, exclusivamente, para a artilharia de campanha de tubo norte-americana, tendo principalmente como função ser um *backup* do sistema AFATDS. Não há informação em fonte de pesquisa sobre seu uso com artilharia de mísseis e foguetes.

3.1.3 GIS Art of Artillery (GIS ARTA)

O *GIS Arta* é um sistema utilizado pelas Forças Armadas da Ucrânia desde 2014, destacando-se no conflito da Crimeia e no atual cenário entre Rússia e Ucrânia, e mostrou alta eficiência na coordenação e direção do tiro, permitindo grande velocidade para o levantamento e engajamento de alvos. O *GIS Arta* tem se mostrado um bom instrumento para centros de comando e controle, e uma ferramenta excepcional para planejar, monitorar, processar e transmitir os resultados das operações de inteligência, em especial da busca de alvos para a artilharia (*GIS Arta*, 2022), permitindo um *link* direto com a internet para a transmissão rápida de dados, sem dependência de rádios.

Figura 6: Layout do GIS Arta



Fonte: <https://gisarta.org/en/index.html>, acesso em 6 de julho de 2022.

Um software desenvolvido de forma distribuída por uma equipe de voluntários ucranianos pode estar mudando a face dessa guerra em uma arma militar crucial, a artilharia. O software "GIS Art of Artillery" ou GIS-ARTA desenvolve todo um conceito novo de organização da artilharia que coloca a eficiência dessa arma militar ucraniana em nível muito superiores aos russos, superiores inclusive aos americanos, considerados até aqui os mais eficientes. Mas como se pode fazer isso? Como mesmo contando com canhões, obuses e morteiros mais antigos e menos eficientes, pode uma artilharia performar melhor que outra mais moderna, mais bem municiada?

Simples, contando com a distribuição e descentralização da informação e um software inovativo que está sendo apelidado de "UBER da Artilharia". Mal posso ver o que vai acontecer com os pobres dos russos quando, além desse software, os ucranianos tiverem de fato algumas peças modernas e capazes. Esse artigo foi escrito com base na *thread* de Trent Telenko, um desenvolvedor americano que trabalhou em desenvolvimento de software para o DoD americano e que fala sem nenhuma frescura: o sistema ucraniano é melhor que o americano e permite um tempo de *call to trigger pull*, ou seja, o tempo entre a definição do alvo e o tiro de 30 segundos, enquanto os melhores sistemas americanos colocam isso em 15 minutos. O sistema é totalmente descentralizado e distribuído e funciona até em celulares *Android*. (TURGUNIEV, 2022)

A ajuda ocidental, em armamentos, tem sido importante para as operações das Forças Ucranianas e esta ajuda foi responsável pela perda de mais de 70 veículos blindados, carros de combate e equipamentos de engenharia, que foram destruídos causando 485 mortes de soldados russos, dos 550 envolvidos, em um único conjunto de ataques das forças ucranianas.

Esta vitória ucraniana tem sido descrita como um dos combates mais pesados da guerra, envolvendo barragem de artilharia, bombardeios de morteiros, mísseis e drones de combate que devastaram um batalhão russo, que usando pontes flutuantes para tentar cruzar o rio Siverskyi Donets entre 09 a 10 de maio de 2022, e que tentaram ainda mais duas vezes ao longo a transposição deste rio, em outros pontos, resultando novamente em fracassos neste mesmo mês.

A tecnologia de pontaria da artilharia ucraniana funciona como um aplicativo de chamada do Uber, ajudando os ucranianos a destruir quase

um batalhão russo inteiro em um único ataque. Trata-se do sistema avançado de localização GIS Arta, um sistema avançado de localização desenvolvido por programadores ucranianos em colaboração com empresas britânicas de mapeamento digital, reduzindo o tempo de visada (resposta) dos militares de 20 minutos para um minuto.

Os dados são recolhidos em tempo real por drones de reconhecimento, telêmetros, smartphones, GPS e radares doados pela OTAN, e inseridos no sistema para identificar as posições inimigas, sendo então processado por um software de “cálculo de tiro” que determina quais armas na área são mais adequadas e eficazes, para realizar o ataque.

Um comandante tem acesso a um mapa eletrônico criptografado que exhibe os dados ao vivo do campo de batalha, e após a confirmação do alvo, o Quartel General escolhe a qual unidade enviar as coordenadas e este alvo estará sob fogo em segundos.

Este sistema opera de forma contrária ao método tradicional russo de disparo, que envolve o posicionamento de baterias de artilharia em um único local, confundindo assim os esforços de contrabateria russos tanto no momento em que os mísseis e projéteis atingem o alvo, realizado através do sistema de satélite *Starlink* de Elon Musk, disponibilizado aos ucranianos, que está sendo usado para permitir a operação do sistema de mira de sua artilharia com segurança. (BASTOS, 2022, p. 3)

3.1.4 ArtOS

O Artillery Operation System, ou ArtOS, também é um sistema de concepção ucraniana. O sistema possui capacidade de reduzir significativamente o tempo de resposta, desde a detecção do alvo até a execução de missões de tiro, eliminando erros de cálculo e transmitindo o comando de tiro em não menos de dois segundos, segundo os fabricantes (Nikolaevich, 2018).

Com o ArtOS, todos os cálculos de tiro são realizados automaticamente, inclusive para as peças, e fazendo também cálculos topográficos. O sistema ArtOS é utilizado com obuseiros, *MLRS* e morteiros, nas Forças Armadas da Ucrânia.

ArtOS – é um complexo de controle de fogo de artilharia projetado para otimizar o trabalho de baterias de artilharia de diferentes tipos (rebocados, autopropulsados, foguetes) e atua como solução tudo-em-um para comunicação, coleta de dados de reconhecimento, registro de consumo de munição e pedidos de reabastecimento e resolução do problema.

O ArtOS otimiza bastante o desempenho das baterias de artilharia (autorebocadas, autopropulsadas e de foguetes), baterias de mísseis e morteiros. A combinação do ArtOS com as formações de reconhecimento aéreo (drone) permite construir um padrão de ataque preciso. Estando equipado com ArtOS, uma tarefa de artilharia típica é realizada em 5 etapas fáceis (ARTOS, 2022 – tradução nossa).

O *software* do sistema é composto por terminais para cada elemento relacionado à coordenação e direção de tiro: o terminal de comando *MilStaff*, o terminal BC

(*battery commander's*), voltado ao comandante de bateria, o terminal SBO (*senior battery officer's*), para fins de direção de tiro, e o terminal GC (*commander's terminal*), para atuação direta na peça pelo chefe de peça. Todos os dados podem ser encaminhados diretos ao observador por meio do *Spot Data Display Sistema* (SDDS). Para os terminais, é previsto disponibilidade do módulo GPS e de módulos Wi-Fi e Bluetooth (ARTOS, 2022).

Figura 7: Senior battery officer's (Terminal do Comandante de Linha de Fogo) do Sistema ArtOS



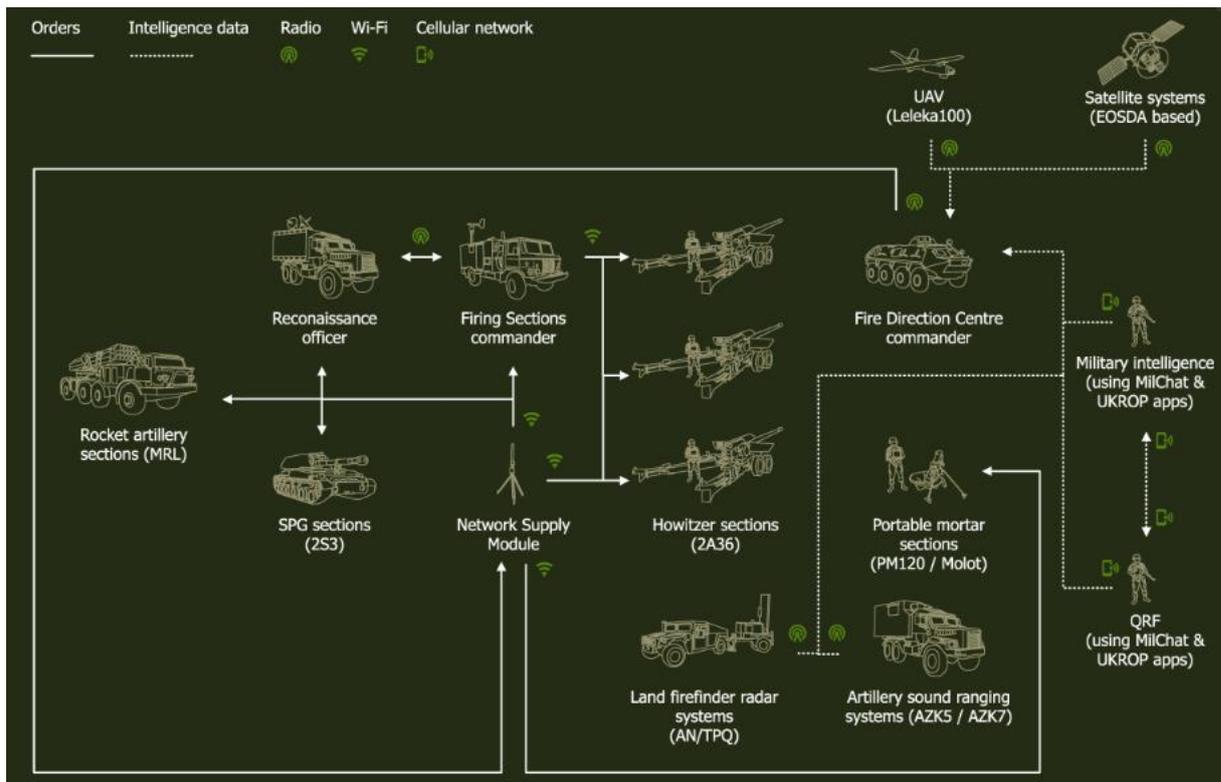
Fonte: <https://artos.tech/prohranne-zabezpechennia>, acesso em 7 de julho de 2022

Figura 8: *Battery commander's terminal* (Terminal do Cmt Bia) do Sistema ArtOS



Fonte: <https://artos.tech/prohranne-zabezpechennia>, acesso em 7 de julho de 2022

Figura 9: Diagrama do funcionamento do Sistema ArtOS



Fonte <https://artos.tech/skhema-rozvidualno-voznevoho-kompleksu-na-bazi-artos>, acesso em 7 de julho de 2022

3.1.5 Sistema Gênesis GEN-3004

O Sistema Gênesis é um sistema desenvolvido pela IMBEL, de origem nacional, e que permite a digitalização da direção e coordenação de tiro a nível Brigada, substituindo, assim os métodos tradicionais de cálculo do tiro de artilharia (IMBEL, 2022). Foi concebido entre o final da década de 1980 e início dos anos 90.

Com materiais propícios para o uso no terreno, o sistema possibilita maior precisão, diminuindo o erro humano, e um aumento de velocidade no processamento das missões de tiro, fornecendo ao comandante a possibilidade de intervir no combate pelo fogo oportuna e adequadamente, além de prestar consciência situacional no emprego dos fogos cinéticos (IMBEL, 2022).

Além de ser flexível e modular, o Sistema Gênesis torna o Apoio de Fogo contínuo, preciso e permite a centralização de todas as unidades de tiro que estão sob seu controle operacional. Atualmente encontra-se no 31º Grupo de Artilharia de

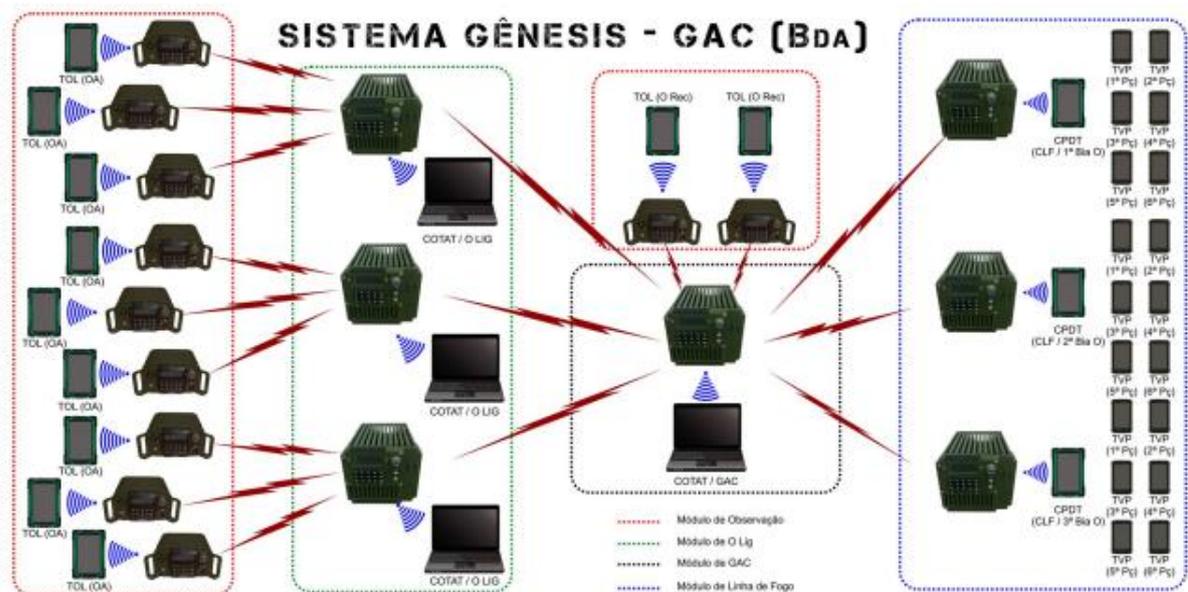
Campanha e em fase final de integração de dados com o M109 A5 + BR, no 3º e 5º Grupos de Artilharia de Campanha Autopropulsados.

O Sistema Gênesis é um sistema computadorizado de direção e coordenação de tiro voltado para a Função de Combate Fogos, que objetiva substituir os métodos tradicionais, de forma a aumentar a precisão e velocidade no processamento das missões de tiro de Artilharia, propiciando que o comandante intervenha no combate pelo fogo no momento oportuno e com munições e volumes adequados.

O Sistema Gênesis mobiliza os postos-chave da direção e coordenação de tiro da Artilharia de Campanha nível Brigada, promovendo a substituição dos métodos tradicionais por uma infraestrutura computadorizada que permite a realização de cálculos balísticos precisos e transmissão automatizada de dados, auxiliando na condução de Missões de Tiro de Neutralização e Regulação, que são fundamentais no adestramento das tropas de Artilharia.

O Sistema Gênesis é composto de uma infraestrutura de software e hardware que funciona de maneira integrada. Os softwares que compõem o sistema Gênesis foram desenvolvidos e são de propriedade exclusiva da Indústria de Material Bélico do Brasil (IMBEL®), sendo embarcados em computadores e tablets adequados ao uso militar e integrados a uma infraestrutura de comunicações composta por rádios VHF 30-88 MHz veiculares e portáteis (*manpack*). (IMBEL, 2017, p.

Figura 10: Diagrama do Sistema Gênesis



Fonte: IMBEL, 2018

O sistema é composto por pelos módulos, que só atendem, pela concepção do projeto, ao nível Brigada, ternária ou quartenária, conferindo “suporte geoespacial

para visualização do cenário tático e aumento da consciência situacional” (IMBEL, 2022) conforme tabelas a seguir especificadas.

Quadro 2 – Características do Sistema GÊNESIS

MÓDULO	FINALIDADE	SOFTWARE	HARDWARE
OBSERVAÇÃO	Auxiliar os Observadores (OA, OA Mrt, O Rec, Adj S2) na identificação dos alvos e observação do tiro	Terminal de Observação e Ligação (TOL-3004)	Tablet robustecido de 7 polegadas; Rádio VHF 30-88 Mhz manpack; Total de 11 (onze) módulos
GAC	Auxiliar o Oficial de Operações do GAC na coordenação do Apoio de Fogo e centralização do tiro de Grupo	Computador Tático de Grupo de Artilharia de Campanha (CoTat / GAC) (CTO-3004)	Notebook semi-robustecido; Rádio VHF 30-88 Mhz veicular; Total de 1 (um) módulo
Oficial de Ligação	Auxiliar os O Lig na coordenação do Apoio de Fogo nas unidades de Infantaria e Cavalaria	Computador Tático de Oficial de Ligação (Cotat/O Lig)(CTO-3004)	Notebook semi-robustecido; Rádio VHF 30-88 Mhz veicular; Total de 3 (três) módulos
Linha de Fogo	Auxiliar os Comandantes de Linha de Fogo (CLF) e os Chefes de Peça (CP) a, respectivamente, conduzir e executar o tiro	Computador Portátil de Direção de Tiro (CPDT-3004) e Terminal de Visualização de Peça (TVP-3004)	Tablet robustecido de 7 polegadas (CPDT); Tablets robustecidos de 3,5 polegadas (TVP); Rádio VHF 30-88 Mhz veicular com link Wi-Fi; Total de 3 (três) módulos para Bia O a 6 (seis) peças

Fonte: <https://www.imbel.gov.br/index.php/a-empresa/104>, acesso em 9 de julho de 2022 (adaptado).

Figura 11: TOL-3004



Fonte: <https://www.imbel.gov.br/index.php/a-empresa/104>, acesso em 9 de julho de 2022.

Figura 12 – CoTat CTO-3004



Fonte: <https://www.imbel.gov.br/index.php/a-empresa/104>, acesso em 9 de julho de 2022.

Figura 13 – CPDT-3004 e TVP-3004



Fonte: <https://www.imbel.gov.br/index.php/a-empresa/104>, acesso em 9 de julho de 2022.

Quadro 3 – Características do Sistema Gênesis quanto a ligações e outros.

MÓDULO	LIGAÇÕES	CARACTERÍSTICAS
OBSERVAÇÃO	Dependendo do papel desempenhado pelo Observador, pode se ligar ao Módulo de Oficial de Ligação ou ao Módulo de GAC	Ferramentas para assistir a observação
GAC	Comunica-se com o Módulo de Oficial de Ligação, Módulo de Observação e Módulo de Linha de Fogo	Ferramentas para assistir a coordenação e a centralização do tiro de Grupo
Oficial de Ligação	Tipicamente, liga-se ao Módulo de Observação e ao Módulo de GAC. No caso de emprego do morteiro na Infantaria / Cavalaria, liga-se também ao Módulo de Linha de Fogo	Participação ativa na coordenação, em vez de realizar apenas monitoramento
Linha de Fogo	Conecta-se ao Módulo de GAC (no caso das Bia O) ou ao Módulo de Oficial de Ligação (no caso os Pel Mrt e Sec Mrt)	Realização de cálculos balísticos sofisticados e precisos; Dispensa visada direta entre o CLF e os CPs, substituindo a voz por comunicação de dados

Fonte: <https://www.imbel.gov.br/index.php/a-empresa/104>, acesso em 9 de julho de 2022 (adaptado).

Uma grande contribuição do desenvolvimento do Sistema Gênesis é, sem dúvida, o Palmar II CPM-3004, Computador Portátil de Direção de Tiro (Palmar II), que vem em substituição ao antigo Computador Palmar Militar (CPM) “e, como seu antecessor, realiza o controle e direção de tiro dos obuseiros e morteiros existentes no Exército Brasileiro, incluindo o morteiro 120 mm de fabricação nacional.” (IMBEL, 2020).

O Brasil tem buscado a necessária modernização da sua artilharia por meio do desenvolvimento de sistemas informatizados que permitem a digitalização dos processos, com ganho relevante de precisão e rapidez nas missões de tiro (ALVES et al, 2018). Ressalta-se a importância do Sistema Gênesis, desenvolvido pela Indústria de Material Bélico do Brasil (IMBEL), e da recente aquisição de obuseiros M109A5 e M109A5+BR, que criaram as condições para reunir esforços na integração dos subsistemas de artilharia de campanha de forma eletrônica, permitindo a execução do 1º tiro digital realizado pelo EB em julho de 2021. (NETO, 2021, p. 47)

O CPDT Palmar II pode contribuir para a execução de Regulação, Tiro sobre Zona e Iluminação com os materiais de artilharia de campanha de tubo que mobilizam o Exército Brasileiro (IMBEL, 2022), podendo ser usado isoladamente somente como computador de cálculo de direção de tiro, ou integrado ao sistema como um todo. Já é utilizado na Academia Militar das Agulhas Negras em atividade de instrução no terreno e ensino.

Neste sentido, a formação do oficial de artilharia na Academia Militar das Agulhas Negras continua com a preocupação de ensinar os métodos

convencionais para cálculos na Central de Tiro e Topografia, ao mesmo tempo em que também contempla o uso de equipamentos digitais (BRASIL, 2021). (NETO, 2021, p. 48)

Figura 14 – CPDT Palmar II (CPM-3004)



Fonte: <https://www.imbel.gov.br/index.php/a-empresa/104>, acesso em 9 de julho de 2022.

Figura 15 – Evolução do CPDT Palmar II e do Sistema Gênesis



Fonte: o autor.

3.2 A DIREÇÃO DE TIRO DO SISTEMA ASTROS

Todo o controle técnico da direção de tiro do Sistema ASTROS pode ser realizado com o emprego isolado e/ou com a combinação de meios eletrônicos vocacionados para esse fim e convencionais (uso de fichas auxiliares e cálculos manuais). Esse processo envolve todas os atos necessários para o planejamento, preparo e desencadeamento do tiro sobre o alvo com o máximo de efetividade (Brasil, 2021).

Distintamente da artilharia de campanha de tubo, que utiliza como parâmetros para o tiro a deriva (direção, baseada em lançamento), na artilharia de mísseis e foguetes, o termo “azimute” é usado para fazer referência à direção de tiro em relação ao norte de quadrícula e, por conseguinte, designar o lançamento do tiro. Assim, “azimute” é comumente encontrado em todas as viaturas do sistema ASTROS que estão relacionadas à missão de tiro (Brasil, 2021). Nas tabelas de tiro dos foguetes, o termo “tempo de espoleta” pode ser comparada ao conceito de evento, no material de tubo (Brasil, 2001).

3.2.1 Métodos Eletrônicos

Os meios disponíveis para o exercício do controle técnico da direção de tiro dos sistemas são a VBUCF-MSR, diretamente relacionada ao controle técnico de tiro, a VBCCU-MSR (ou a VBPC-MSR), em uma eventual substituição à VBUCF-MSR, e VBPMETEO-MSR, responsável pelos parâmetros variáveis de tiro relacionados aos fenômenos atmosféricos (Brasil, 2021).

VBUCF-MSR: Funções gerais peculiares ao controle técnico da direção de tiro que podem ser executadas pela VBUCF-MSR:

- Armazenar, na memória do computador, os dados de 52 alvos e posições de tiro de até 6 Bia MF contendo 8 lançadoras no máximo.
- Calcular os elementos de tiro das ajustagens e eficácias, permitindo, neste último caso, a concentração e/ou distribuição dos tiros sobre o alvo, em pontos múltiplos ou simples, e considerando na trajetória prevista dos foguetes os efeitos das condições meteorológicas existentes (na superfície ou nas altas camadas, medida e fornecida por estação meteorológica, VBPMeteo-MSR).
- Determinar por seus próprios meios (sensores), a direção e velocidade do vento da superfície e os dados relativos à pressão e temperatura da superfície que podem ser utilizados para melhorar a precisão do sistema, quando mensagens meteorológicas atualizadas não estiverem disponíveis.
- Acompanhar a trajetória do foguete lançado no tiro de ajustagem, extrapolando a parte final de sua trajetória e determinando o seu ponto de impacto no alvo. Pode assim corrigir o tiro e dispensar o auxílio de observadores terrestres e aéreos na condução do tiro.
- Verificar a coerência e a precisão dos dados topográficos existentes em cada posição de tiro, inter-relacionando-os à sua própria posição, à posição dos lançadores, à pontos de referência e aos alvos.
- Transmitir digitalmente os elementos de tiro para as lançadoras e controlá-las na execução da eficácia.
- Determinar, em situações especiais, a sua própria posição e/ou a posição dos lançadores, através da redução de dados.

VBPC-MSR E VBCCU-MSR: O computador de tiro presente no computador tático da VBPC-MSR e VBCCU-MSR é utilizado como um meio alternativo para a direção de tiro do Sistema e substituir a VBUCF-MSR, quando necessário. Além do CCT, há dois tipos de programas disponíveis:

VBPCC-MSR (nível bateria): destinado exclusivamente a controlar a direção de tiro das Bia MF; e

VBCCU-MSR (nível grupo): o qual, além de ser capaz de substituir o computador da Bia MF no controle técnico de tiro, possui rotinas que permitem que o mesmo realize uma grande parte das ações peculiares ao controle tático da direção de tiro do grupo. (BRASIL, 2021, p. 75)

Figura 14 – Visualização do AV-CIR na VBUCF-MSR, com o *software* AV-CCT



Fonte: Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes

3.2.2 Métodos Convencionais

Conforme o manual técnico TÉCNICA DE TIRO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES (EB70-MT-11.419), de 2021, as várias opções oferecidas para a utilização do controle técnico da direção de tiro do sistema ASTROS fornecem um altíssimo grau de flexibilidade, assegurando que o seu emprego operacional possa ser feito sob quaisquer circunstâncias. O método convencional pode ser realizado pelo processo gráfico ou pelo processo calculado.

O processo calculado permite a resolução do problema de tiro através de um processo no qual a direção e alcance são determinados pelos cálculos feitos com ou sem uma calculadora manual programável e os dados de tiro são determinados com a ajuda de uma tabela de tiro, como uma última opção para assegurar a continuidade operacional total em relação à aplicação do sistema ASTROS no combate e confrontar os cálculos realizados pelo software das viaturas do sistema.

O processo gráfico utiliza cartas topográficas, régua de escala, transferidores, entre outros meios. É utilizado para rápidas verificações na carta, locação de pontos como PO e verificação de margens de segurança. O longo alcance dos foguetes torna impreciso o processo gráfico para obtenção de elementos de tiro, pois há necessidade de utilizar cartas na

escala de 1:100.000 ou 1:50.000. Portanto, deve-se recorrer ao processo calculado para obter dados mais precisos de elevação e azimute, visando manter a precisão desses elementos de pontaria.

De forma a tornar mais prático os cálculos realizados pelo CLF e pela turma de topografia, utilizamos para os cálculos topográficos o Boletim de Cálculo dos Dados Topográficos.

O método eletrônico deve ser o prioritário, uma vez que torna a preparação para o tiro mais rápida e minimiza a ocorrência de erros pelo calculador. O método convencional é utilizado concomitantemente com o eletrônico para conferência e acompanhamento da missão de tiro pelo CP, CLF e Cmt Bia. (BRASIL, 2021, p. 74)

Em relação ao sistema ASTROS, ainda é interessante abordar sobre o chamado Processo Geral de Pontaria, que tem por objetivo dar a lançadora uma direção de tiro (azimute) e elevação que permitam o engajamento preciso do alvo, sendo necessário para isso a coordenada do alvo ou ponto de pontaria e a coordenada da posição da lançadora (Brasil, 2021).

As viaturas de comando e controle são encarregadas de calcular os elementos de tiro para as lançadoras de uma Bia MF. Com as coordenadas acima e a ordem de tiro, o oficial de direção de tiro é responsável por determinar os valores do azimute topográfico e alcance topográfico, quando estes não foram levantados pela turma topo. Para tal, a turma de direção de tiro pode utilizar o computador de tiro (CCT) ou a ficha de dados topográficos.

Para determinar os elementos de tiro (tempo de espoleta, azimute de tiro e elevação) pelo CCT, o computador leva em consideração as coordenadas da MT, tipo de foguete, temperatura do ar, pressão do ar e direção do vento (azimute e velocidade) na posição de tiro. Pode ou não utilizar as correções do boletim meteorológico fornecido pela VBPMeteo-MSR. Para determinar os elementos de tiro (fuse time, azimute e elevação) pelo processo convencional, a turma de direção de tiro levará em consideração as coordenadas da MT, tipo de foguete, altitude da posição de tiro e direção do vento (azimute e velocidade) na posição de tiro. Pode ou não utilizar as correções do boletim meteorológico fornecido pela VBPMeteo-MSR. (BRASIL, 2021, p. 72)

3.3 A VIABILIDADE DE INTEGRAÇÃO DO SISTEMA GÊNESIS COM O SISTEMA ASTROS

Passadas todas as informações anteriores, pode-se afirmar que, em uma primeira análise, o sistema Gênesis, em sua concepção atual, ainda permanece incompatível com o sistema ASTROS, devido aos fatores abaixo elencados:

- Os elementos para o tiro transmitidos via sistema Gênesis (deriva, elevação, evento) não são equivalentes aos do sistema ASTROS (azimute de tiro, elevação, tempo de espoleta), a exceção da elevação;

- Há outras variáveis para o tiro de foguete que são importantes, como o tipo de foguete, direção do vento de superfície e demais condições atmosféricas, que não são consideradas do mesmo modo para a Artilharia de Campanha de tubo;

- Não se pode simplesmente inserir as tabelas de tiro dos foguetes que compõem o sistema no CPDT, havendo necessidade de reconfigurações;

- Diferentemente do sistema Gênesis, não há a figura do observador conduzindo o tiro e corrigindo para o ASTROS, o que vai interferir na concepção das conexões estabelecidas entre os diversos terminais;

- O ASTROS não fora concebido para estar inserido em uma brigada, bem como não há seus possíveis escalões enquadrantes (A CEx, ou mesmo AD) no sistema.

Embora o GEN-3004 possa ter cartas inseridas em seu sistema e serem inseridos todos os parâmetros de levantamento topográfico, a fim de que posto de observação e linha de fogo permaneçam na mesma trama topográfica, ainda assim o aplicativo necessita de uma série de pontos para atender o. Contudo, baseando-se nos sistemas de artilharia de campanha apresentados e utilizados no exterior, é possível que, a partir da estrutura já existente do Gênesis, possa haver um *upgrade*, isto é, uma versão mais atualizada do sistema, trazendo maiores capacidades, (isto alinhado ao entendimento doutrinário do Exército Brasileiro sobre o tema).

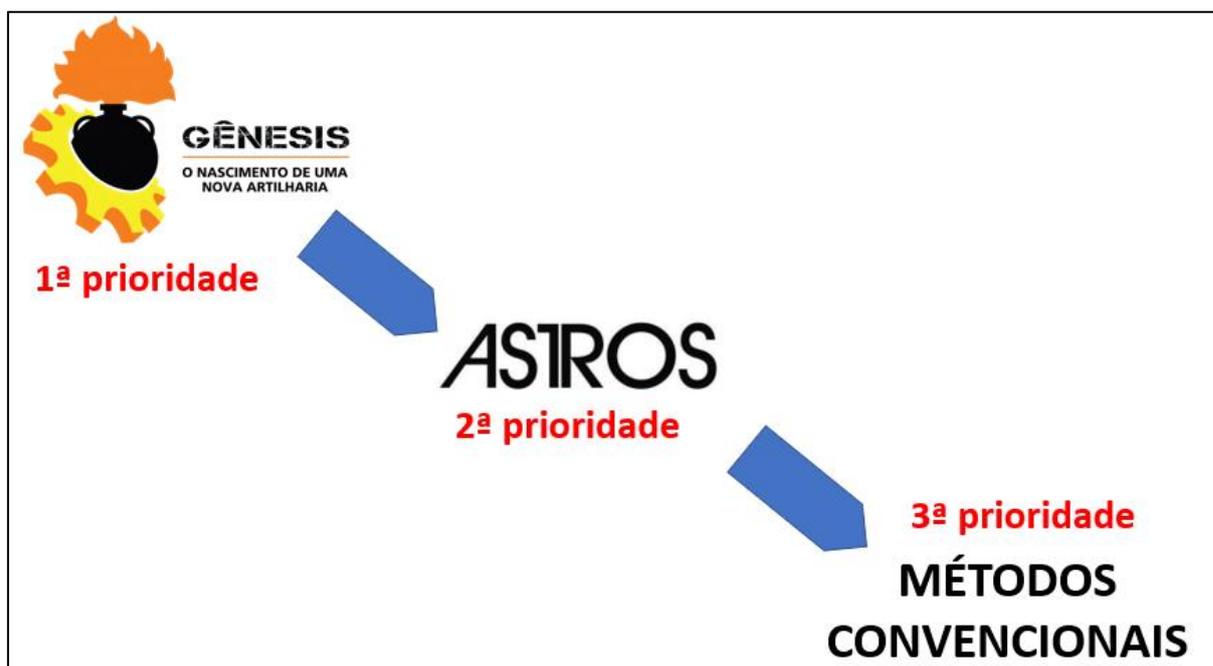
Capacidade é a aptidão requerida a uma força ou organização militar, para que possa cumprir determinada missão ou tarefa. É obtida a partir de um conjunto de sete fatores determinantes, inter-relacionados e indissociáveis: Doutrina, Organização (e/ou processos), Adestramento, Material, Educação, Pessoal e Infraestrutura – que formam o acrônimo DOAMEPI. Para que as unidades atinjam o nível máximo de prontidão operativa, é necessário que possuam as capacidades que lhes são requeridas na sua plenitude. (BRASIL, 2014, p. 23)

3.3.1 As possibilidades da integração entre o sistema Gênesis e o sistema ASTROS

Entre as possibilidades (e potencialidades), da integração do sistema Gênesis com o sistema ASTROS, podem ser elencadas as seguintes:

a. Como apresentado anteriormente, o *CENTAUR* é utilizado como *backup* para o *AFATDS*. De início, o sistema preponderante para uso do controle do tiro seria o Gênesis, adaptado para cálculo de mísseis e foguetes, vindo os meios eletrônicos presentes no sistema ASTROS em uma segunda prioridade, devido à integração do GEN-3004 com os demais escalões envolvidos. Tal metodologia poderia ser importada para o sistema Gênesis, seguindo a proporção abaixo ilustrada.

Figura 15 – Diagrama exemplificando a priorização do uso de sistemas (ou métodos) na direção de tiro do sistema ASTROS.



Fonte: o autor

Para basear essa hierarquização da sistemática demonstrada acima, tem-se como base o funcionamento dos sistemas norte-americanos já citados, pois

A capacidade de realizar a Direção de Tiro de modo manual deve ser mantida caso seja necessário fazer repentinamente a transição para técnicas manuais de direção de tiro. Cada Central de Tiro deve manter pelo menos uma prancheta de tiro com os materiais necessários e manuais apropriados para apoiar toda a operação manual de Direção de Tiro. As

pranchetas de tiro devem servir como backup de emergência para o AFATDS e o CENTAUR. (ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA, 2016)

De tal feita, a primeira prioridade seria o sistema Gênesis adaptado, por permitir ligações além do nível Bda, permitindo que o COT do escalão de artilharia mais antigo possa ter um elo no ciclo de informações de tiro. Junto a isso, o sistema já funciona com a artilharia de tubo, vindo os mísseis e foguetes serem somente uma adição.

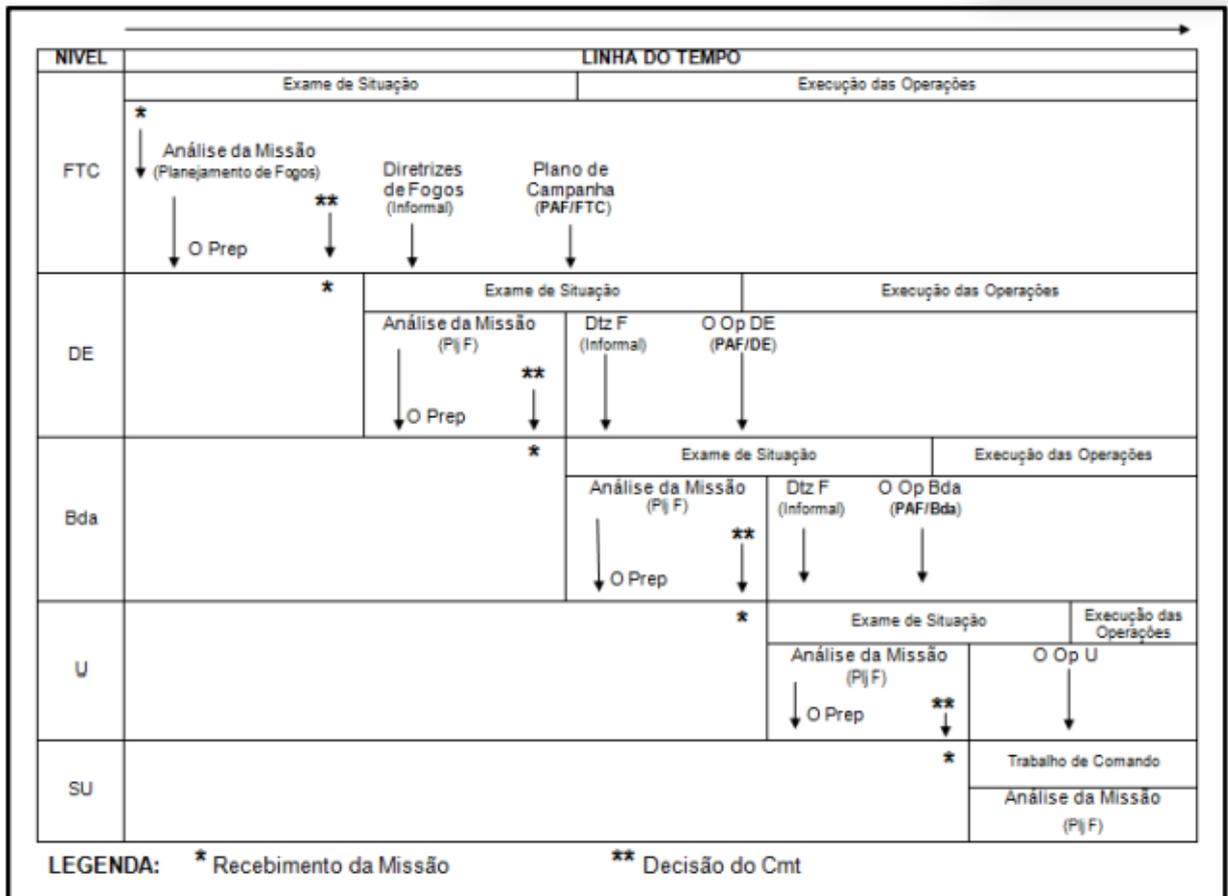
Em segunda prioridade, o sistema de controle de tiro do ASTROS, oriundo da AVIBRAS (AV-CCT), por permitir ainda que o cálculo seja feito por processo eletrônico, embora contemple apenas o sistema do GMF. Por fim, em última prioridade, os métodos convencionais, que não devem ser deixados de lado e balizar todos os procedimentos.

- À semelhança do *ArtOS* e *GIS Arta*, utilizados na Ucrânia e destacando-se no conflito recente com a Rússia, o sistema deve permitir uma rápida comunicação entre quem o solicita e quem o executa. Tendo em vista que para os tiros do ASTROS é preferível que sejam conduzidas missões de tiro previstas, isto é,

- Missões de tiro desencadeadas sobre alvos previamente analisados e previstos no plano de fogos.
- Fogos desencadeados a horário ou quando solicitados.
- Normalmente há tempo para preparação meticulosa da missão. (BRASIL, 2021, p.10)

A metodologia utilizada para o planejamento dos alvos é a *top-down*, “quando os alvos são selecionados e priorizados pelo escalão superior e remetidos aos escalões subordinados para serem engajados” (BRASIL, 2017, p. 14).

Figura 16 - Início do planejamento de fogos (metodologia top-down)



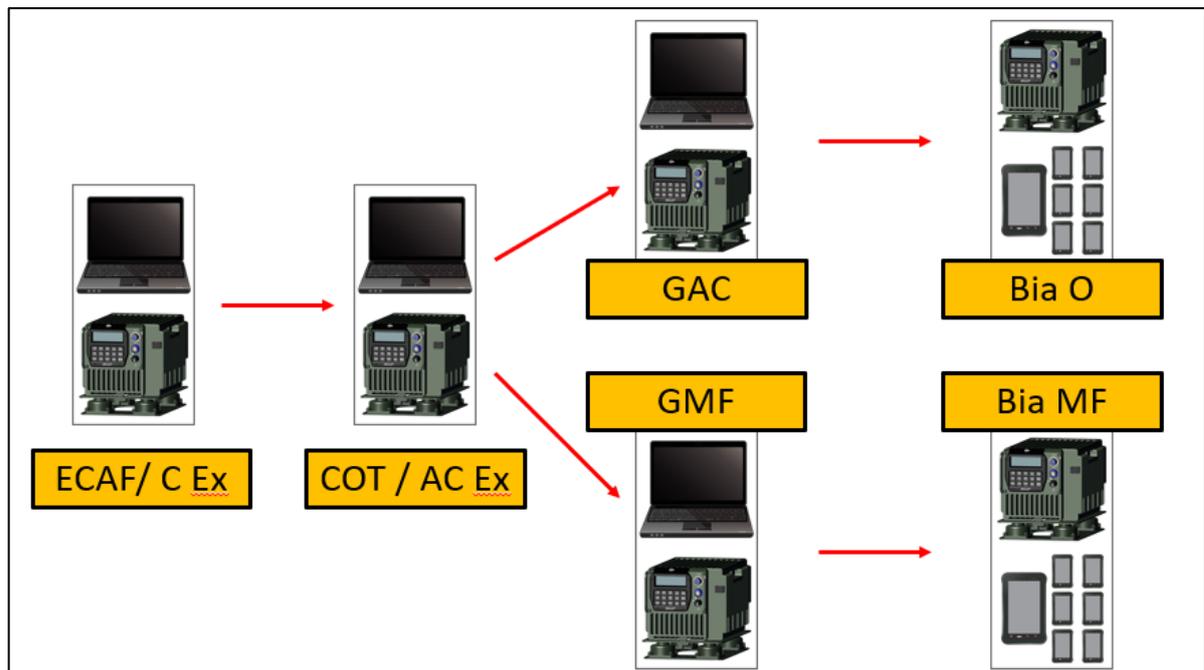
Fonte: EB70-MC-10.346: PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO DE FOGOS (BRASIL, 2017, p. 46)

Diante dessa característica, é sabido que um GMF estará inserido em uma A CEx, ou uma Bia MF em reforço a uma AD. Para ambas as situações, é interessante que haja um sistema capaz não só de fornecer a consciência situacional do emprego dos fogos cinéticos, mas também que permita tais coordenações dos tiros, integrando tanto a artilharia de campanha de tubo quanto a de mísseis e foguete, similar ao que já ocorre no sistema estadunidense e nos sistemas ucranianos. Também é um forte argumento para que o sistema Gênesis (sua versão integrada ao ASTROS) permaneça como a prioridade para a direção de tiro.

Nos escalões A CEx e AD, o COT controla e dirige os tiros das unidades sobre as quais exerce o controle centralizado, não sendo normal preparar elementos de tiro (BRASIL, 2019, p. 39)

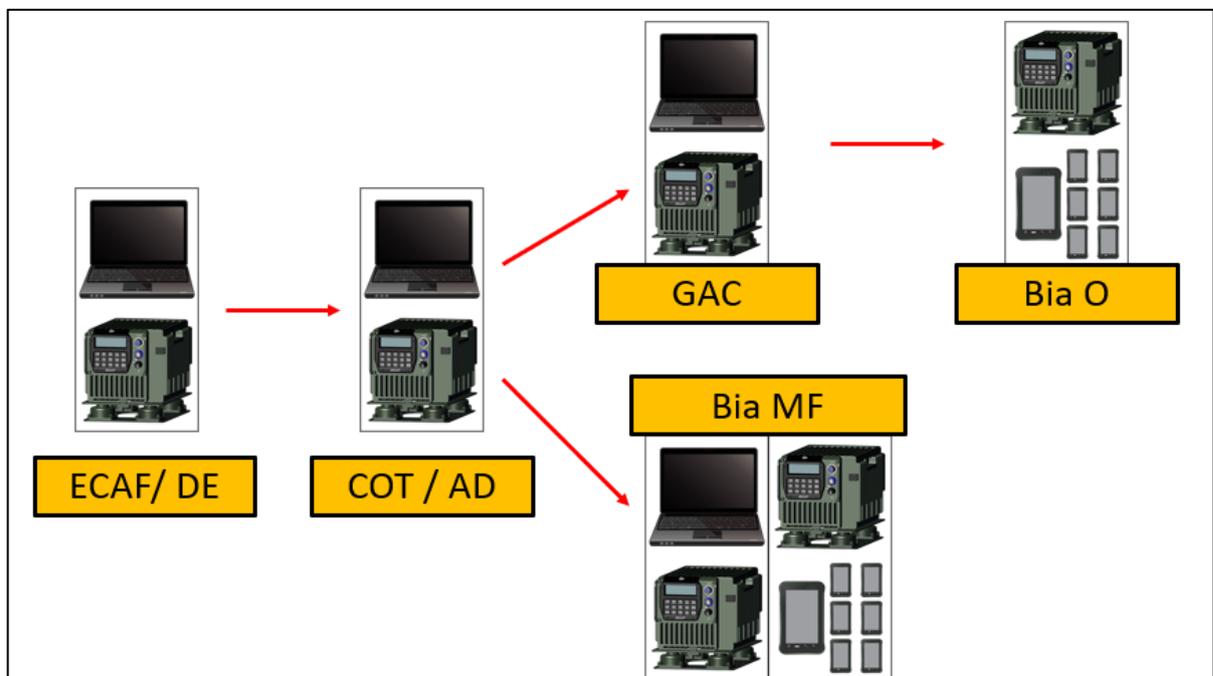
A seguir, seguem-se esquemas propostos para ilustrar como seria o fluxo de dados e por quais terminais do Gênesis. Ressaltasse que, para um estudo mais aprofundado disso, é necessária a participação de engenheiros militares e pessoal especializado para a verificação dos requisitos técnicos necessários.

Figura 17 – Esquema da sugestão de uso do sistema Gênesis integrado ao ASTROS a nível A CEx



Fonte: o autor

Figura 18 – Esquema da sugestão de uso do sistema Gênesis integrado ao ASTROS a nível A CEx



Fonte: o autor

- Outro a ser considerado é o uso das comunicações para o trânsito de dados. Na Ucrânia, não só os meios rádio militarizados têm sido utilizados para a

transmissão de dados. O próprio uso da rede *Starlink*, como citado anteriormente, têm contribuído massivamente para o êxito do emprego dos fogos no conflito pelos ucranianos.

Tal ensinamento pode ser visto como lição aprendida pela Artilharia Brasileira, como por exemplo utilizado dados criptografados, por meio de produtos desenvolvidos pelo próprio Exército Brasileiro, como a EBNet, EBChat e outros.

- Por fim, o sistema integrado de artilharia, baseado no Gênesis GEN-3004, também deve permitir a inserção de Medidas de Coordenação de Apoio de Fogo (MCAF) e Medidas de Controle do Espaço Aéreo (MCCEA). O emprego de foguetes demanda a implantação de Zona de Operações Prioritárias (ZOP) para sua trajetória; para mísseis, é previsto a Zona de Engajamento de Mísseis (ZEM) (Brasil, 2017); há coordenações a serem realizadas no espaço aéreo em relação ao emprego de tiro vertical da artilharia de tubo.

Além dessas, as medidas restritivas e permissivas devem estar ajustadas e precisas para as coordenações com os elementos de manobra e evitar o tão temido fratricídio. Todos esses aspectos podem estar inseridos no sistema, auxiliando a todos os escalões presentes no planejamento e coordenação de tiro.

É certo que todas essas prováveis possibilidades também contemplarão os fundamentos de organização para o combate da Artilharia de Campanha, em especial o **controle centralizado**, que “permite flexibilidade de emprego, facilita o emassamento dos fogos e assegura um eficiente e rápido apoio de fogo a cada elemento subordinado e à força como um todo” (BRASIL, 2019, p.44) e o **apoio de fogo disponível para intervir no combate**, no qual “O Cmt da força deve ter condições de intervir imediatamente no combate pelo fogo” (BRASIL, 2019, p. 45), pois “essa intervenção é possibilitada pelo emprego dos meios de apoio de fogo mantidos com elevado grau de centralização” (BRASIL, 2019, p. 45).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que, os objetivos propostos no início deste trabalho foram atingidos, sugerindo uma proposta para a integração da direção de tiro do sistema ASTROS com a Artilharia de Campanha de tubo por meio do sistema Gênesis

Verificou-se que não há muitos trabalhos produzidos no âmbito do Exército Brasileiro a respeito do assunto, até pelo fato de que o Gênesis é algo recente, e não é amplamente conhecido por muitos militares. Soma-se a isso o fato de que poucas unidades operam ou realizam experimentação doutrinária com o material em questão, havendo ainda um hiato temporal para que possa ser plenamente difundido entre as organizações militares de Artilharia.

Outro ponto que vale a pena ressaltar é que carecem estudos mais aprofundados, já que este trabalho é apenas uma fagulha inicial para a discussão do assunto. Devem ser ainda realizados pesquisas a respeito de custo operacional, complexidade da exploração da transmissão de dados, readequação do sistema, entre outros aspectos.

Pode se ter uma base para essas futuras pesquisas a relação entre os sistemas *AFATDS* e *CENTAUR*, no tocante a um sistema de *backup* (reserva) para a direção digitalizada do tiro, e uma análise aprofundada do *GIS Arta* e *ArtOS*, quanto à integração de meios de artilharia de campanha, uso de rede de dados e *internet* e outras configurações. A expertise de países, os quais usam com eficiência tais sistemas, deve ser levada em conta.

Após esse estudo, amparado no princípio das capacidades do Exército Brasileiro (DOAMEPI), deve ser levantado em detalhe questões para que se possa implementar e capacitar os operadores desse sistema, trazendo, assim, rapidez, eficiência e precisão nos cálculos informacionais do tiro de mísseis e foguetes. É certo que muitos gargalos que são discutidos em seminários e suposições a respeito da aplicabilidade de fluxos de processamento de alvos e coordenações de fogos poderão, com um sistema integrado e digital para todos os meios de Artilharia de Campanha, ser apaziguados. O mais alto escalão considerado em uma operação poderá ter uma melhor consciência situacional do emprego de fogos cinéticos e, por consequência, a Força terá uma melhor resposta para quando for solicitado o apoio de fogo.

Assim, conclui-se que, há viabilidade na integração do sistema Gênesis com o

sistema ASTROS, desde que sejam adotadas as devidas adaptações. Sabe-se que o próprio sistema Gênesis, por meio de relatos informais, não se integra sem falhas a outros sistemas, como é o caso do COMBATER e C2 em Combate. Futuramente, com melhores aplicativos para consciência situacional e controle de direção de tiro, o Exército Brasileiro poderá dar um significativo passo em suas capacidades, poder de dissuasão e evolução operacional.

REFERÊNCIAS

ARTOS. **ArtOS System**. Trident Defense. Disponível em: <https://artos.tech/> Acesso em 9 de julho de 2022.

BASTOS, Expedito Carlos Stephani. **A tentativa de transposição do rio Siverskyi Donets nos arredores de Bilohorivka, Distrito de Luhansk pelas forças russas. - O maior aspecto do custo da incompetência russa**. Disponível em: https://www.defesanet.com.br/us_ru_otan/noticia/44579/GUERRA-NA-EUROPA--UCRANIA-2022-A-tentativa-de-transposicao-do-rio-Siverskyi-Donets-nos-arredores-de-Bilohorivka--Distrito-de-Luhansk-pelas-forcas-russas---O-maior-aspecto-do-custo-da-incompetencia-russa/. Acesso em 7 de julho de 2022.

BRASIL. Exército. **EB70-MC-10.224: ARTILHARIA DE CAMPANHA NAS OPERAÇÕES**. 1. ed. Brasília, DF, 2029.

BRASIL. Exército. **EB20-MF-10.102: DOCTRINA MILITAR TERRESTRE**. 1. ed. Brasília, DF, 2014.

BRASIL. Exército. **EB70-MC-10.360: GRUPO DE ARTILHARIA DE CAMPANHA**. 5. ed. Brasília, DF, 2020.

BRASIL. Exército. **EB70-MC-10.363: GRUPO DE MÍSSEIS E FOGUETES**. Edição experimental. Brasília, DF, 2021.

BRASIL. Exército. **EB70-MC-10.346: PLANEJAMENTO E COORDENAÇÃO DE FOGOS**. 3 ed. Brasília, DF, 2017.

BRASIL. Exército. **EB70-MT-11.419: TÉCNICA DE TIRO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES**. 1ª Edição. Brasília, DF, 2021.

BRASIL. Exército. **Nota Doutrinária N° 01/2018: Comando de Artilharia do Exército**. CDout Ex 1. ed. Brasília, DF, 2018.

BRASIL. Exército. **Minuta da Nota Doutrinária N° XX/2019: O Grupo de Mísseis e Foguetes nas Operações**. CDout Ex 1. ed. Brasília, DF, 2019.

CASTILHO, Bruno Baião. **NECESSIDADES EM PESSOAL E LOGÍSTICA PARA O EMPREGO DE UMA BATERIA DE MÍSSEIS E FOGUETES EM REFORÇO A UMA AD**. 2020. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Operação do Sistema de Mísseis e Foguetes) – Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, Formosa - GO, 2020.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Department of the Army. **TC 3-09.81: Field Artillery Manual Cannon Gunnery**. Washington: U.S Army, 2016, 215p.

ESTADOS UNIDOS DA AMÉRICA. Department of the Army. **FM 6-60: Tactics, Techniques and Procedures for MULTIPLE LAUNCH ROCKET SYSTEM (MRLS) OPERATIONS**. Washington: U.S Marine Corps, 1996, 270p.

GIS ARTA. Disponível em <https://gisarta.org/en/index.html>. Acesso em 4 de julho de 2022.

IMBEL. **Sistema Gênese GEN-3004.** Disponível em <https://www.imbel.gov.br/index.php/a-empresa/104>. Acesso em 5 de julho de 2022.

JOHNSON, Douglas. ***Centaur Program Rapidly Calculates Weapon-Firing Data.*** RAYTHEON TECHNOLOGY TODAY. RAYTHEON: Washington, EUA, 2007..

MORGADO, Flávio Roberto Bezerra. **A Era da Comunicação e suas repercussões para a Doutrina Militar.** Observatório Militar da Praia Vermelha. ECEME: Rio de Janeiro. 2021.

NETO, Geraldo Gomes de Mattos. **Estudo do emprego da Artilharia de Campanha no Conflito da Ucrânia e as lições aprendidas para a Doutrina Militar Terrestre do Brasil.** 2021. 61 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Ciências Militares) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2021.

NIKOLAEVICH, Sherstyuk Yaroslav. **ArtOS – Exactly on target!** Disponível em: <https://adex.az/en-opennews/6896.41.html>. 4th Azerbaijan International Defence Exhibition. Acesso em 8 de julho de 2022.

RAYTHEOM. **Advanced Field Artillery Tactical Data System (AFATDS).** Disponível em: <https://www.raytheon.com/capabilities/products/afatds>. Acesso em 6 de julho de 2022.

SÁ, Marcello Campos de. **ANÁLISE DA ADERÊNCIA DAS CAPACIDADES MILITARES TERRESTRES ENTREGUES PELA AÇÃO COMPLEMENTAR MODERNIZAÇÃO DAS AERONAVES FENNEC AV EX AOS OBJETIVOS ESTRATÉGICOS DO EXÉRCITO.** 2020. 89 f. Monografia (Especialização em Gestão de Projetos) - Universidade de Brasília (Faculdade de Economia, Administração, Contabilidade e Gestão de Políticas Públicas Departamento de Administração), Brasília, 2020.

SERPA, João Paulo Ramos. **ESTUDO DE VIABILIDADE PARA PAGAMENTO DE COMPENSAÇÃO ORGÂNICA PARA MILITARES ENVOLVIDOS COM O SISTEMA DE MÍSSEIS E FOGUETES.** 2021. 45 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Operação do Sistema de Mísseis e Foguetes) – Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, Formosa - GO, 2021.

TURGUNIEF, Peter. **ARTILHARIA DESCENTRALIZADA E DISTRIBUÍDA É PARTE CRUCIAL DO SUCESSO UCRANIANO.** Disponível em: <https://ancap.su/article/b9d952d6-1a44-4c6f-9584-e93fd2bdb5c1>. Acesso em 5 de julho de 2022.

YOUSIF, Elias. **HIMARS Marks Evolution in US Weapons Transfers to Ukraine: How the U.S. decision to transfer advanced rocket systems could shape the war in**

Ukraine. Disponível em: <https://www.stimson.org/2022/himars-marks-evolution-in-us-weapons-transfers-to-ukraine/> . Acesso em 7 de julho de 2022.