



CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES

CAP WELLINGTON GÓES BARBOSA

UTILIZAÇÃO DA GEOINFORMAÇÃO NO GMF: POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES

**Formosa – GO
2023**



CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES

CAP WELLINGTON GÓES BARBOSA

UTILIZAÇÃO DA GEOINFORMAÇÃO NO GMF: POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES

Trabalho acadêmico apresentado ao Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, como requisito para a especialização no Curso Intermediário de Artilharia de Mísseis e Foguetes.

**Formosa – GO
2023**



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

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: CAP WELLINGTON GÓES BARBOSA

TÍTULO: UTILIZAÇÃO DA GEOINFORMAÇÃO NO GMF: POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES

Trabalho acadêmico apresentado ao Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, como requisito para a especialização no Curso Intermediário de Artilharia de Mísseis e Foguetes.

APROVADO EM ____/____/2023

CONCEITO: _____

BANCA EXAMINADORA

Membro	Menção Atribuída

**WELLINGTON GÓES BARBOSA – Cap
Aluno**

UTILIZAÇÃO DA GEOINFORMAÇÃO NO GMF: POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES

Wellington Góes Barbosa

RESUMO

Este trabalho busca verificar as possibilidades e limitações no uso da geoinformação, no GMF e seus escalões enquadrantes, em prol das atividades de processamento de alvos, em especial na aquisição de alvos. Para tal, foram observados os princípios do uso da geoinformação no Exército Brasileiro e suas capacidades emergentes, bem como foi feita uma análise do fluxo do processamento de alvos da FTC e da AC Ex, dentro da metodologia D3A. Por fim, foi avaliada como as capacidades emergentes do uso da geoinformação se enquadrariam no contexto do processamento dos alvos engajados pelo GMF, buscando listar as capacidades que podem ser obtidas e as limitações a serem observadas.

Palavras-chave: geoinformação, Grupo de Mísseis e Foguetes, processamento de alvos

ABSTRACT

This study search for verifying the possibilities and restrictions of using geoinformation, in the MLRS Battalion, Artillery Corps and Army Corps, in targeting activities, especially in target acquisition. To achieve this objective, the principles of geoinformation use in the Brazilian Army and its emerging capabilities were observed, as well as an analysis of the targeting process in the D3A methodology. Finally, it was evaluated how the emerging capabilities of the geoinformation usage would fit in the context of MLRS Battalion targeting process, seeking to list the capabilities that can be obtained and the limitations to be observed.

Keywords: geoinformation, MLRS Battalion, Field Artillery Battalion, targeting

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	05
1.1	PROBLEMA.....	06
1.2	OBJETIVO	06
1.3	JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES	07
2	METODOLOGIA	08
2.1	REVISÃO DE LITERATURA	08
2.2	COLETA DE DADOS	09
3	RESULTADO E DISCUSSÃO	11
3.1	A GEOINFORMAÇÃO NAS OPERAÇÕES MILITARES	11
3.1.1	Capacidades emergentes da Geoinformação	14
3.2	A GEOINFORMAÇÃO NO GMF	15
3.3	POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DA GEOINFORMAÇÃO NO GMF....	18
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	20
	REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

A utilização dos primeiros mapas, gravados em placas de argila pelo povo babilônio, remonta ao ano de 600 a.C., servindo como uma representação fiel do terreno para aqueles que não o conheciam. Gregos, por sua vez, passaram a realizar estes desenhos em papéis, tornando-os mais práticos e leves, bem como implementaram o primeiro sistema de coordenadas geográficas, para facilitar a designação de um local específico. (BRINEY, 2019)

Mais de 2.600 anos após a sua invenção, os mapas físicos gradualmente cedem espaço para as suas versões digitais, operadas através de computadores ligados à internet, com detalhes e informações que se adaptam conforme às necessidades de cada usuário. Ambos os mapas, frutos de suas épocas e separados por milênios, são ligados pela necessidade do homem de conhecer determinado local do planeta sem a obrigatoriedade de ir até ele.

Neste contexto, segundo Câmara, Davis e Monteiro (2001), o conceito do geoprocessamento consiste na utilização de “técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento da informação geográfica”, utilizando para isso softwares chamados de Sistemas de Informação Geográfica (SIG, do inglês GIS, *Geographic Information System*). Estes softwares são responsáveis pela “integração dos dados de diversas fontes e pela criação de bancos de dados georreferenciados”, conforme a demanda do usuário.

Ainda conforme os autores, ao trabalhar com informações geográficas, ou geoinformação, é importante adequar a forma como os dados são armazenados e tratados aos conceitos da disciplina que os utiliza (CÂMARA; DAVIS; MONTEIRO, 2001). Desta forma, a pretensa utilização da geoinformação no Grupo de Mísseis e Foguetes (GMF), dentro do Exército Brasileiro (EB), deve levar em conta as condicionantes do combate moderno e na forma de emprego desta fração no Teatro de Operações (TO).

Assim, este trabalho busca levantar quais possibilidades e limitações advêm da utilização da geoinformação no emprego do Grupo de Mísseis e Foguetes em operações de guerra, observando-se as características do GMF e do seu escalão enquadrante.

1.1 PROBLEMA

O Exército Brasileiro utiliza há mais de uma década um sistema de comando e controle centrado em redes, chamado C2 em Combate, para prover consciência situacional ao comandante tático. O princípio básico do C2 em Combate repousa sobre extenso uso de geoinformação, obtida no Banco de Dados de Geográficos do Exército (BDGEx), e acrescida, por operadores locais, de dados relativos à situação e local das tropas amigas e inimigas.

Buscando trazer este mesmo conceito para a artilharia de campanha, conforme o Manual de Campanha EB20-MC-10.209 Geoinformação, mesmo que a informações geográficas sejam empregadas principalmente em prol da função de combate Comando e Controle, a função de combate Fogos pode se beneficiar através do seu emprego no “apoio à aquisição de alvos e ao controle de danos por meio da visualização simultânea de alvos pelos diversos escalões” (BRASIL, 2014).

Logo, mesmo que perfeitamente aplicável nas atividades de comando e controle dos elementos que compõem a função de combate Fogos, o escopo deste estudo refere-se as atividades processamento de alvos, conforme a metodologia “D3A”.

Portanto este trabalho busca solucionar a seguinte questão de estudo: Quais as possibilidades e limitações que advém da implementação de soluções computadorizadas para o manejo da geoinformação no GMF e seu comando enquadrante, em operações de guerra, nas atividades de processamento de alvos?

1.2 OBJETIVO

Este trabalho tem como objetivo geral verificar as possibilidades e limitações do uso da geoinformação nas atividades de aquisição de alvos e avaliação de danos no GMF e seu escalão enquadrante.

Para atingir este objetivo, são verificadas as possibilidades de utilização de geoinformação na metodologia de processamentos de alvos “D3A. Para o embasamento técnico são utilizados os preceitos básicos de geoprocessamento previstos na legislação do Exército Brasileiro, assim como manuais e cadernos de instrução dos softwares ERDAS IMAGINE, presente nas viaturas ASTROS Mk3M e Mk6, e QGIS, software SIG livre adotado pelo EB como padrão.

1.3 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES

Conforme abordado anteriormente, a utilização de sistemas de comando e controle centrado em redes é uma realidade no campo de batalha, tendo acelerado seu processo ao longo das últimas décadas, fruto da digitalização do campo de batalha e da expansão do conceito de Internet das Coisas (IoT) para os equipamentos militares, que hoje, em sua maioria, se encontram conectados a sistemas de transmissão dados.

Fruto desta evolução, no Plano Estratégico do Exército (PEEx) 2020-2023, dentro do Objetivo Estratégico de Modernização dos Produtos de Defesa, constam as atividades de desenvolvimento de um sistema digital de C2 que integre as funções de combate em tempo real e desenvolvimento do Sistema Digitalizado de Artilharia de Campanha (SisDAC), integrado a este sistema (BRASIL, 2019). Evidenciando assim o entendimento do Exército Brasileiro de que a integração através de sistemas digitais é essencial para a obtenção da superioridade da Força no enfrentamento; neste caso, em especial a integração das funções de combate Inteligência e Fogos.

Ao observar o SisDAC, já nas fases final de desenvolvimento pela IMBEL, tem-se um ótimo exemplo da aplicação de um sistema de C2 centrado em redes integrado a um SIG, especificamente desenvolvido para o emprego na artilharia de campanha. Seu funcionamento consiste na integração, através software, dos subsistemas de observação, direção de tiro e linha de fogo, permitindo o compartilhamento de dados georreferenciados e a realização de pedidos de tiro. (CAIAFA, 2023) Entretanto, as diferenças de emprego da artilharia de tubo e de foguetes impedem o uso compartilhado deste sistema sem que sejam feitas adaptações.

Por isso, o levantamento das possibilidades e limitações advindos do uso da geoinformação no GMF, almeja amparar os trabalhos de integração do GMF ao SisDAC ou o desenvolvimento de um sistema de C2 e coordenação e controle de fogos específico, em especial no que se refere ao processamento de alvos.

2 METODOLOGIA

Para que seja possível atingir o objetivo proposto para este estudo, foi necessário realizar pesquisa nas publicações doutrinárias do Ministério da Defesa e do Exército Brasileiro relativas ao planejamento e coordenação de fogos nas Operações Conjuntas e na Força Terrestre Componente (FTC), respectivamente, assim como integrar o fluxo de trabalho descrito aos preceitos do geoprocessamento em combate, através de softwares SIG, estes retirados das publicações técnicas emitidas pelo EB.

Diante disso, pode-se concluir que este trabalho tem natureza aplicada, pois almeja a produção de conhecimentos a fim de solucionar problemas práticos. Para isso utiliza a abordagem qualitativa do problema, pois busca tratar cada assunto de forma pormenorizada para atingir uma solução; fazendo uso do método indutivo de construção do conhecimento (NEVES e DOMINGUES, 2007).

Esta pesquisa tem natureza bibliográfica exploratória qualitativa, pois busca obter informações sobre assuntos ligados ao tema, de forma a construir conclusões parciais, que, após a apreciação, levarão à consecução do objetivo deste trabalho, de levantar as possibilidades e limitações do emprego da geoinformação do GMF e seu escalão enquadrante.

2.1 REVISÃO DA LITERATURA

A digitalização do campo de batalha, em especial dos sistemas de comando e controle, é tema de atenção dentro do Exército Brasileiro. A demanda presente do PEEEx 2020-2023, de criação de três sistemas de C2 centrados em redes, voltados para integração das funções de combate, da artilharia de campanha e das viaturas blindadas nas brigadas blindadas e mecanizadas do EB, deixa claro que este é o rumo a ser adotado pela Força nos próximos anos (BRASIL, 2019).

Dentro deste contexto, conforme o manual de campanha EB70-MC-10.363 Grupo de Mísseis e Foguetes, o GMF compõe a Artilharia de Corpo de Exército (AC Ex), com a responsabilidade de prestar apoio de fogo ao Corpo de Exército (C Ex), geralmente o escalão mais alto da FTC; podendo também descentralizar suas baterias para apoiar o escalão Divisão de Exército (DE), compondo a Artilharia Divisionária

(AD). Pode também ser incluído nos planejamentos do Comando Conjunto (Cmnd Cj) desde as primeiras fases da guerra (BRASIL, 2019).

Com isso em mente, o fluxo de planejamento de fogos e processamentos de alvos nos escalões Cmnd Cj e C Ex, na figura da AC Ex, são relevantes para o GMF, especialmente para a avaliação do emprego da geoinformação em seus sistemas de C2 e controle e direção de tiro. Isso também vale para o escalão DE, na figura da AD, no que se refere a situação de receber uma Bateria de Mísseis e Foguetes (Bia MF) em reforço.

Desta forma, se faz necessário observar como se dá o fluxo de processamentos de alvos, através da metodologia D3A, conforme prescreve o manual de campanha EB70-MC-10.346 Planejamento e Coordenação de Fogos, a fim de que seja possível avaliar onde é possível se obter vantagens através do uso de tecnologias de geoinformação e suas possíveis limitações.

Como embasamento teórico para esta avaliação, é preciso compreender os conceitos de permeiam a aplicação da geoinformação nas operações militares, bem como o que estas tecnologias permitem no campo de batalha. Para que isso seja possível, foram utilizados o manual de campanha EB20-MC-10.209 Geoinformação e o caderno de instrução EB80-CI-70.001 Caderno de Instrução de Geoinformação.

2.2 COLETA DE DADOS

A coleta de dados referente ao trabalho deu-se através de pesquisa bibliográfica de caráter exploratório e qualitativo, buscando formar uma visão geral do emprego do geoprocessamento nas operações militares e da metodologia de processamento de alvos no GMF e seu escalão enquadrante. Após esta pesquisa inicial, este trabalho passa a ter caráter analítico qualitativo, pois volta-se para levantar as possibilidades de emprego da geoinformação, observando suas limitações técnicas, no processamento de alvos do GMF e seu escalão enquadrante.

Para isso, o universo desta pesquisa bibliográfica compôs-se de obras acadêmicas e publicações de *websites* de autores civis, bem como manuais de campanha, cadernos de instrução e publicações doutrinárias do Ministério da Defesa e do Exército Brasileiro; publicações estas nos idiomas português e inglês. As seguintes bases de dados foram utilizadas para a pesquisa exploratória: Google

Acadêmico, Biblioteca Digital do Exército (BDEx), EBConhecer e Portal do Preparo do COTER.

As publicações incluídas neste trabalho tratam sobre doutrina, e planejamento e coordenação de fogos nas Operações Conjuntas ou da FTC, sistemas de C2, geoprocessamento, em seu conceito puro, emprego da geoinformação nas operações militares de guerra e aplicações práticas destes em operações militares. Excluem-se as fontes relativas à geoinformação sem possibilidade de aplicação nas operações militares, publicações doutrinárias revogadas ou com conceitos superados por outras publicações e publicações com corte cronológico anterior ao ano de 2000, que não sejam de referência histórica.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A fim de permitir o processo analítico de todos os conceitos que permeiam a fase de discussão, o desenvolvimento deste estudo é dividido em 4 fases. Primeiramente, os fundamentos do uso da geoinformação nas operações militares são elencados e analisado, a fim de verificar quais condicionantes eles impõem ao emprego do GMF em operações de guerra. Após isso, é feita uma análise de como é possível a utilização da geoinformação no GMF e seu escalão enquadrante para o processamento de alvos, com enfoque na aquisição de alvos e avaliação de danos após um engajamento. Em uma fase subsequente, a análise realizada anteriormente permitiu levantar as possibilidades e limitações do emprego da geoinformação para o GMF.

3.1 A GEOINFORMAÇÃO NAS OPERAÇÕES MILITARES

Ao tratar sobre a geoinformação e assuntos correlatos, é cabível diferenciar determinados conceitos que podem se confundir ao longo deste capítulo, sendo eles o geoprocessamento e a geoinformação.

O geoprocessamento se refere ao tratamento, geralmente através de ferramentas computacionais, dos dados geográficos brutos que foram recebidos de uma fonte (ou sensor) para adequá-los à disciplina que irá utilizá-los. Estes dados geográficos envolvem uma grande variedade de produtos, como a coordenada obtida através do GPS de um rádio, uma fotografia aérea de um SARP ou um alvo obtido por um observador avançado. A geoinformação, por sua vez, é um conhecimento obtido após o geoprocessamento de dados geográficos, utilizado para apoiar o processo decisório. (BRASIL, 2018)

Dentro do processo de produção da geoinformação que segue as etapas de aquisição, processamento, gerenciamento e análise de dados e elaboração dos produtos, é necessário dar ênfase ao trabalho de aquisição dos dados. Nesta fase, os sensores e fontes capazes de obtenção de dados geográficos têm seus trabalhos orientados pelo Plano de Obtenção do Conhecimento (POC) do escalão considerado, assim, os levantamentos contribuirão para satisfazer as Necessidades de Inteligência (NI) constantes no POC. No caso da artilharia de campanha, estes trabalhos

provavelmente contribuirão na aquisição de alvos altamente compensadores e sensíveis dentro da sua zona de fogos. (BRASIL, 2014; BRASIL, 2016)

Nesta perspectiva, as geotecnologias, como parte componente da geoinformação, figura como a principal ferramenta para a satisfazer as Necessidades de Inteligência. Figuram também como componentes da geoinformação o processo de produção da geoinformação, seus produtos e serviço e sua infraestrutura. (BRASIL, 2014)

As geotecnologias são as ferramentas tecnológicas que fornecem condições para a produção, customização e disponibilização da geoinformação. Dentre eles cabe destacar: os Sistemas de Informação Geográfica (SIG ou GIS), que são a interface que os usuários, nos diversos níveis técnicos, utilizam no manejo, tratamento, visualização e centralização da geoinformação, e os sistemas de aquisição de dados, como sistemas satelitais de posicionamento e sensoriamento remoto por satélites ou SARP (BRASIL, 2014)

No referente aos softwares GIS, o ERDAS IMAGINE e o QGIS são de especial interesse para o Exército Brasileiro. O ERDAS IMAGINE está incorporado ao Computador Tático (AV-CST) das viaturas de Comando e Controle de Unidade (CCU) e Posto de Comando e Controle (PCC) do Sistema ASTROS, local em que feito o planejamento do GMF e Bia MF, respectivamente. O software QGIS, por sua vez, por ser um software livre, pode ser descarregado gratuitamente da internet, por este motivo sendo adotado como GIS oficial na Diretoria de Serviço Geográfico (DSG) (BRASIL, 2018).

Ambos os softwares, inicialmente concebidos para uso civil, possuem capacidades semelhantes no processamento e manejo de dados geográficos, permitindo ao usuário trabalhar com cartas topográficas georreferenciadas, obtidas no BDGEx, fotografias aéreas ou imagens de satélite, bem como fazer o georreferenciamento necessário em arquivos de imagem ou desenhar manobras simples se necessário, entretanto, sem ter ferramentas específicas para uso militar, como inserção de símbolos militares e medidas de coordenação catalogados e identificados pelo software de acordo com sua função em combate (BRASIL, 2018; AVIBRAS, 2008)

Estes GIS têm seu uso focado no processamento de dados geográficos brutos recebidos dos sensores de inteligência, que por sua vez não estão sob controle operacional do GMF, e na confecção de produtos geográficos, missão esta das células

de Inteligência dos diversos escalões da FTC, estas sim, dotadas de pessoal especializado para execução de atividades de geointeligência e inteligência de imagem.

Em 2018, o Estado-Maior do Exército emitiu a Diretriz de Iniciação do Projeto “Família de Aplicativos de Comando e Controle da Força Terrestre – FAC2FTer” (EB20-D-09.021), cujo objetivo é descrito conforme abaixo:

3. OBJETIVO DO PROJETO

Desenvolver uma Família de Aplicativos de C2 para a Força Terrestre (FAC2FTer), interoperáveis e concebidos na formulação conceitual de operações centradas em rede, que atenda às demandas e requisitos operacionais definidos pelo Comando de Operações Terrestres (COTER), com vistas a aumentar a qualidade e diminuir o tempo das decisões operacionais da Força Terrestre.

[...]

4.b. O Projeto visa à convergência e à interoperabilidade das soluções de software empregadas em atividades de Comando e Controle, assim como à definição de padrões que viabilizem sua interoperabilidade com as soluções de software empregadas pelos sistemas de emprego tático que apoiam as demais Funções de Combate. (BRASIL, 2018a)

Como pode se observar, o conceito de “família de aplicativos” remete a vários aplicativos voltados o suporte às atividades das diversas funções combate. No que se refere à capacidade interoperabilidade e convergência, devem a capacidade de trocar informações entre si através de protocolos específicos, que dentro do escopo deste trabalho, deve ser capaz de trocar informações com o Computador Tático das viaturas CCU e PCC, bem como com o sistema de coordenação e controle de fogos utilizado pela AC Ex. Sua estrutura centrada em redes, que implica na utilização ostensiva banco de dados remotos e conexão de dados em tempo real.

Portanto, mesmo que os softwares GIS ERDAS IMAGINE e o QGIS sejam capazes de trabalhar com dados topográficos de forma satisfatória para o GMF, sua concepção de funcionamento não é adequada ao emprego militar, pois não cumpre os requisitos concebidos para os sistemas de C2. Da mesma forma, a inserção de símbolos, esquemas de manobra e medidas de coordenação não segue a grafia prevista pelo catálogo de símbolos militares e se dá somente de forma gráfica, dificultando assim a percepção visual dos militares que utilizam os produtos geográficos produzidos.

3.1.1 Capacidades emergentes da Geoinformação

As capacidades emergentes da Geoinformação, traduzem como os avanços tecnológicos podem trazer ganhos militares para a FTC no Teatro de Operações, em especial no que se refere a busca da superioridade de informações. (BRASIL, 2014) Conforme o Manual de Campanha de Geoinformação, Brasil (2014), são elas:

- A integração nas atividades de Comando e Controle, Computadores, Inteligência, Vigilância e Reconhecimento (C4IVR), permite o fluxo de informações de forma colaborativa, o que facilita a construção do conhecimento que apoiará a decisão;

- A gestão de grande quantidade de dados (*big data*), permite o processamento e armazenamento de muitos dados, em grande velocidade, e num banco de dados integrado, permitindo assim a obtenção da informação necessária naquele momento, conforme a demanda do usuário, evitando assim que o excesso de dados atrapalhe o processo decisório;

- A fusão de dados, advém da capacidade de gestão *big data*, permitindo a combinação de dados obtidos de diversas fontes e de tipos de informações diferentes (fotografias aéreas, dados obtidos por MAGE, relatos de tropas etc.) em um único conhecimento, sendo assim mais preciso e verossímil;

- A geoanálise e interpretação de imagens proporciona a capacidade de processar uma grande quantidade de dados brutos de forma automática, conforme padrões pré-estabelecidos, de forma a reduzir o tempo de obtenção da informação. Esta capacidade tem especial importância para sistemas de sensoriamento por imagens, satelitais ou SARP, que formariam um eficaz sistema de vigilância sobre a área em que possuem visada;

- Com os avanços tecnológicos, a fotogrametria é capaz de obter modelos 3D precisos e coordenadas centimétricas de áreas sensoreadas por SARP, o que torna viável o emprego de mísseis táticos de cruzeiro em áreas humanizadas, reduzindo substancialmente o risco de danos colaterais;

- A computação em nuvem permite que o armazenamento e processamento das informações geográficas sejam feitos em um servidor central, disponibilizando as informações como serviços para os usuários. Isso torna mais fácil o acesso ao usuário, permite a manutenção do sistema de forma mais efetiva e facilita a compatibilidade com diversos dispositivos e a interoperabilidade com outros sistemas;

- O mapeamento dinâmico permite a atualização mais frequente dos produtos geoespaciais básicos (relevo, hidrografia etc.) e temáticos (localização de tropas amigas e inimigas, esquema de manobra etc.) no sistema, suprimindo as demandas dos usuários de forma tempestiva; e

- A proteção cibernética dos ativos digitais atualmente permite o fluxo seguro de informações por redes digitais de uso militar, observadas normas, medidas e procedimentos relativos à manutenção de sua integridade.

3.2 A GEOINFORMAÇÃO NO GMF

O GMF encontra-se subordinado à AC Ex, que por sua vez, é responsável por apoiar pelo fogo as ações do C Ex; para isso a AC Ex possui vínculo de subordinação com suas unidades orgânicas e vínculo técnico com as AD orgânicas das DE que compõem o C Ex. Conforme necessidade, a AC Ex poderá determinar a descentralização do comando de uma ou mais Bia MF do GMF para as AD com quem possuir vínculo técnico (BRASIL, 2021).

Neste sentido, os fogos do GMF geralmente são planejados e coordenados pelo escalão de Artilharia enquadrante através da metodologia *top-down*, sendo este planejamento recebido através do PFA/AC Ex, ou do PFA/AD, caso se trate de uma Bia MF em reforço a uma AD (BRASIL, 2021). Portanto, as missões de tiro a serem cumpridas pelo GMF, são determinadas pelo escalão superior através da Ficha de Tiro Previstos, quando o alvo já foi identificado, ou de uma ordem de tiro inopinada constante na Matriz de Alvos Sensíveis, para alvos já planejados, porém que não haviam sido identificados (BRASIL, 2013).

Excetuam-se desta metodologia os momentos em que o GMF se encontre na situação de Ação de Conjunto – Reforço de Fogos (Aç Cj – Ref F) ou em Reforço de Fogos (Ref F), e atenda as missões de tiro advindas da artilharia que tem os fogos reforçados, dentro da prioridade prevista. Porém, mesmo nestes casos, o tipo de munição e quantidade de missões de tiro disponibilizadas serão planejadas pela AC Ex, tendo em vista a necessidade de aumento do fluxo logístico para suprir estes pedidos; assim, cabe à artilharia que tem os fogos reforçados determinar quais alvos serão batidos, de acordo com seu planejamento.

Desta forma, considerando o fluxo de pedidos de tiro no GMF e sua incapacidade de realizar atividades de busca de alvos, o que implica que todas as

missões de tiro serão recebidas da AC Ex ou AD, é cabível afirmar que as ações relacionadas à aquisição de alvos nestas artilharias e em suas forças enquadrantes têm impacto direto nas ordens de tiro recebidas pelo GMF. Portanto, a metodologia de processamentos de alvos para o GMF perpassa pelos sensores geridos pela célula de Inteligência da FTC, orientado pela célula de fogos, e pelos meios de busca de alvos da AC Ex e das AD das quais possui o controle da direção de tiro.

O processamento dos alvos a serem batidos pelos diversos meios de apoio de fogo se dá através da metodologia “D3A”, acrônimo referente às suas fases “decidir, detectar, disparar e avaliar”; e que se baseia na capacidade de identificar os alvos mais importantes inimigo, orientando assim os esforços de detecção e engajamento (BRASIL, 2017).

Na fase “decidir”, o comandante da FTC orienta seus sensores de inteligência através do Plano de Obtenção do Conhecimento (POC), em consonância com o Plano de Levantamento e Priorização de Alvos confeccionado pelo Grupo de Integração e de Seleção e Priorização de Alvos (GISPA), pertencente ao Elemento de Coordenação do Apoio de Fogo (ECAF) da FTC (BRASIL, 2019a; BRASIL, 2015).

Neste contexto, na fase “detectar”, a correta aplicação dos sensores de inteligência, permite a obtenção da geoinformação do alvo com precisão compatível com o meio que será empregado no seu engajamento. Por exemplo, caso conste na Lista de Alvos Sensíveis ou na Matriz Guia de Ataque a pretensão de engajamento de alvos em área humanizada por míssil, visando reduzir a ocorrência de danos colaterais por sua precisão; caso a obtenção dos dados por sensoreamento de imagem por satélite com resolução pior que 25 metros, o emprego do míssil será prejudicado pela falta de precisão no georreferenciamento do alvo; neste caso, o sensoreamento de imagem por SARP, com emprego da fotogrametria (combinação de duas ou mais fotos para obtenção de coordenadas precisas), preenche os requisitos de precisão para que o míssil obtenha sua precisão nominal no engajamento, reduzindo a probabilidade de danos colaterais.

Ainda na fase “detectar”, após a determinação dos Alvos Sensíveis e Alvos Altamente Compensadores (AAC) pelo comandante da FTC, a “assinatura” de imagem destes alvos pode ser incluída num sistema de Processamento Digital de Imagens (PDI), alimentado em tempo real pelos meios de sensoriamento empregados. Caso um destes alvos seja captado pelos sensores, este dado será encaminhado para processamento imediato pelo analista da célula de Inteligência da

FTC, que poderá encaminhá-lo de forma oportuna ao ECAF/FTC que decidirá sobre seu engajamento.

Tendo em vista a ausência de meios de busca de alvos orgânicos ao GMF, esta atividade se resume na análise técnica dos alvos cujo engajamento foi determinado pela AC Ex, a fim de determinar método de ataque, tipo e quantidade de foguetes, pontos de pontaria e outros elementos (BRASIL, 2021). Desta forma, a disponibilidade informações georreferenciadas do alvo em tempo real, como fotografias aéreas, dispositivo inimigo e áreas humanizadas próximas, disponibilizadas pela célula de Inteligência da FTC ao COT/AC Ex e ao COp/GMF, permite uma avaliação mais verossímil do modo mais adequado de engajar aquele alvo, permitindo obter maior eficiência. Além disso, após a definição de método de engajamento, o “mapa de calor” dos impactos pode ser enviado ao COT/AC Ex ou ECAF/FTC caso seja necessária a reavaliação de determinado fator da decisão, como por exemplo as considerações civis.

Da mesma forma, a alimentação de informações pode ocorrer de forma reversa, com o ECAF/FTC e o COT/AC Ex recebendo dados de localização e situação das Bia MF em tempo real. Isto amplia sua consciência situacional e permite uma melhor tomada de decisão quanto ao meio de engajar determinado alvo, pois se tem um panorama realista do tempo até que o alvo seja efetivamente alvejado. Ambas as possibilidades descritas anteriormente são repousam na capacidade de gestão *big data*, com um banco de dados único alimentado por diversos usuários, e cujo acesso a determinada informação possa ser concedido de forma individualizada conforme a necessidade assim determine.

A alimentação adequada do banco de dados geográficos do SC2FTC, contemplando a disposição das forças amigas e população civil, auxilia o O Lig /GMF, que se encontra presente no COT/AC Ex, nas ações de desconflito do espaço terrestre e do espaço aéreo que antecedem o engajamento de determinado alvo pelo GMF. Caso se observe tropas amigas aquém margem da segurança durante o desconflito e o Cmt FTC assim o determine, o sistema poderá emitir um alerta automático para que as tropas se afastem, indicando para onde devem ir, e avisar o ECAF/FTC assim que o engajamento puder ser feito com segurança.

Na fase “avaliar”, deve ser feita uma avaliação dos efeitos sobre o alvo e seu entorno, quanto a efetividade, comparando os resultados com o que se desejava obter; caso seja necessário, o alvo poderá ser engajado novamente. Neste caso, os

sensores utilizados na avaliação devem ser acionados antes do desencadeamento dos fogos, não necessariamente sendo os mesmos utilizados em sua aquisição (BRASIL, 2017).

Esta avaliação do engajamento poderá, da mesma forma que a aquisição, ser realizada pelos sensores disponíveis no momento, como por exemplo imagens de satélite, aeronaves ou SARP, sendo para isso observadas as capacidades técnicas do meio utilizado, como resolução da imagem, precisão das coordenadas obtidas e espectro de luz utilizado, atendem os requisitos para avaliar adequadamente a situação do alvo.

É importante observar que para que estes exemplos possam ser colocados em prática, é necessário que a FTC, através de elementos especializados, seja capaz de mobilizar no TO uma infraestrutura de C4IVR que abranja todos os elementos envolvidos no processamento de alvos, capaz de trabalhar com um grande fluxo de dados, que possa operar de forma permanente da mobilização até a desmobilização e com capacidade de se manter sob as ações de guerra eletrônica e cibernética do inimigo.

3.3 POSSIBILIDADES E LIMITAÇÕES DA GEOINFORMAÇÃO NO GMF

A fim de atender ao objetivo deste trabalho, a aplicação da geoinformação no GMF e seu escalão enquadrante, em operações de guerra, oferece as seguintes possibilidades no processamento de alvos:

- Possibilita a integração e compartilhamento de informações georreferenciadas relevantes entre os diversos escalões da FTC e com outras Forças Componentes;
- Facilita a integração de geoinformações obtidas dos diversos sensores de inteligência no Teatro de Operações;
- Permite a visualização, em tempo real, das condições do terreno, condições meteorológicas, inimigo, tropas amigas e outras variáveis, oferecendo consciência situacional adequada para a confecção dos planejamentos e da tomada de decisão;
- Permite a aplicação de filtros e camadas de informações geográficas sobre a representação do TO, de forma a adequar o que é exibido à necessidade do usuário;
- A utilização de protocolos computacionais comuns permite a utilização dos dados geográficos a partir de diversas plataformas, bem como garante a

interoperabilidade com outros sistemas informatizados de C2, de emprego tático das funções de combate, de sistemas de armas ou de sensoriamento;

- Permite a criação de rotinas automatizadas de tratamento dos dados geográficos, como a detecção automática de determinados tipos de alvos ou a aplicação de certo tratamento aos dados obtidos para facilitar sua análise;

- Possibilita analisar os alvos de forma mais adequada, quanto as suas características, situação, localização e seu entorno, tornando o engajamento mais efetivo;

- Torna o engajamento com mísseis mais precisos, pois reduz os erros relativos à referência do alvo, bem como permite uma análise prévia mais realista dos efeitos de uma saturação com foguetes;

- Permite o desconflito automatizado do espaço terrestre e aéreo, nos momentos que antecedem o disparo de mísseis e foguetes, conferindo rapidez a esta fase do processamento de alvos;

- Facilita a avaliação da efetividade de um engajamento através da integração dos diversos sensores do TO, garantindo assim que, caso seja necessário um novo engajamento, o tempo de processamento seja reduzido; e

- A utilização de sistemas baseados em redes permite a rápida recuperação de informações geográficas relativas às operações, caso os dados sejam perdidos ou os equipamentos sejam avariados no decorrer das operações.

Da mesma forma, abaixo seguem descritas as limitações:

- Necessidade de uma robusta infraestrutura de C4IVR, capaz de dar o suporte necessário ao fluxo das informações, através dados, em tempo hábil e com medidas de segurança compatíveis;

- Grande suscetibilidade a medidas de ataque eletrônico (MAE), medidas de apoio à guerra eletrônica (MAGE) e ataques cibernéticos inimigos;

- Necessidade de rigorosas medidas de segurança da informação, a fim de se evitar vazamento de informações por fontes internas ou por exploração cibernética;

- Necessidade de pessoal especializado na manutenção de sistemas informatizados e bancos de dados, bem como a necessidade de adestrar os efetivos da Força Terrestre na operação destes sistemas; e

- Necessidade de compatibilização dos sistemas de C2, emprego tático das funções de combate, sistemas de armas e sistemas de sensoriamento para operarem de forma integrada sob um mesmo protocolo.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao finalizar este trabalho, conclui-se que foi possível atingir o objetivo de listar as possibilidades e limitações do uso da geoinformação no GMF, em proveito das atividades de processamento de alvos nas operações.

Por ocasião da pesquisa bibliográfica exploratória e sua revisão, foram levantados os princípios da obtenção, processamento e uso da geoinformação no âmbito do Exército Brasileiro, constantes no Manual de Campanha e Caderno de Instrução de Geoinformação; em especial no que se refere aos meios de sensoriamento por imagem, satelitais ou por SARP, e sistemas informatizados para manejo e distribuição das informações geográficas, como os softwares GIS.

Neste contexto foi estabelecida relação com a perspectiva da Força Terrestre quanto à digitalização do campo de batalha e a necessidade de sistemas de Comando e Controle centrados em redes, bem como a dependência desses sistemas de informações georreferenciadas para funcionarem adequadamente. Neste cenário uso de softwares GIS civis, como ERDAS IMAGINE ou QGIS, de forma adaptada no GMF se mostrou inadequado para ações que superem a mera necessidade de obter uma coordenada em uma imagem georreferenciada, sendo necessárias adaptações profundas no software para adequá-lo ao uso militar.

A fim de avaliar como a geoinformação poderia ser aplicada no processamento de alvos do GMF e seus escalões enquadrantes, foi necessário observar como é realizado o planejamento de seus fogos nos escalões AC Ex e AD. Assim, foi possível determinar que as missões de tiro realizadas pelo GMF são, em sua quase totalidade, missões de tiro planejadas na metodologia *top-down*, com as atividades relativas à fase “decidir”, “detectar” e “avaliar”, da metodologia de processamento de alvos D3A, sendo realizadas pela AC Ex ou AD e suas forças enquadrantes, sendo o GMF responsável somente pela fase “engajar”.

Com uma visão holística deste processo, foi possível integrar os princípios da geoinformação no processamento dos alvos engajados pelo GMF, com ênfase nas atividades de aquisição de alvos e avaliação da efetividade de um engajamento. Assim, foi viável levantar como possibilidades que poderiam advir deste emprego a integração e compartilhamento de informações relevantes entre todos os escalões presentes no TO, em especial alvos adquiridos por tropas ou outros sensores; ampliação da consciência situacional dos comandantes em todos os níveis, facilitando

o processo de análise de alvos; a aquisição de alvos de forma automatizada, com o extenso uso de processamentos de dados autônomo, permitindo reduzir o tempo entre a obtenção e o engajamento; sincronização automática de medidas de coordenação e controle, permitindo o desconflito automatizado durante o engajamento; maior precisão no engajamento por mísseis, tendo em vista o manejo digital dos dados desde sua obtenção até o guiamento final do míssil; e facilitar o integração dos diversos sensores do TO para obter a avaliação da efetividade de um engajamento.

Da mesma forma, foram observadas como limitações para o emprego da geoinformação no GMF a grande dependência de uma infraestrutura robusta de comando, controle, comunicações, computadores, inteligência, vigilância e reconhecimento (C4IVR), que por sua vez precisa ser capaz e suportar ataques da guerra eletrônica e cibernética inimigos; a necessidade de medidas de segurança rigorosas com os dados presentes nos sistemas; a necessidade de pessoal especializado na manutenção dos sistemas informatizados, bem como de especialização dos quadros para a operação; e as dificuldades de integrar os diversos sistemas informatizados já presentes nos sistemas de armas da Força Terrestre sob um mesmo protocolo.

Por fim, as informações obtidas com este trabalho e apresentadas nesta conclusão tem como objetivo proporcionar base conceitual para a aplicação da geoinformação nos trabalhos de processamento de alvos no ECAF/FTC e no COT/AC Ex, através do Oficial de Ligação do GMF, em prol do aumento da capacidade operacional do GMF nas operações de guerra.

REFERÊNCIAS

AVIBRAS. **MO-ERDAS-1504**: Manual de Operações ERDAS IMAGINE. Jacareí: Avibras Industria Aeroespacial, 2008. 666 p.

BRASIL. Exército Brasileiro. **EB10-P-01.007 – Plano Estratégico do Exército 2020-2023**. Brasília, DF, 2019.

_____. _____. **EB20-D-09.021 Diretriz de Iniciação do Projeto “Família de Aplicativos de Comando e Controle da Força Terrestre – FAC2FTer”**. Brasília, DF, 2018.

_____. _____. **EB20-MC-10.206 Fogos**. 1ª Edição. Brasília, DF, 2015.

_____. _____. **EB20-MC-10.209 Geoinformação**. 1ª Edição. Brasília, DF, 2014.

_____. _____. **EB70-MC-10.225 Força Terrestre Componente**. 1ª Edição. Brasília, DF, 2017.

_____. _____. **EB70-MC-10.307 – Planejamento e Emprego da Inteligência Militar**. 1ª Edição. Brasília, DF, 2016.

_____. _____. **EB70-MC-10.363 – Grupo de Mísseis e Foguetes**. Edição Experimental. Brasília, DF, 2021.

_____. _____. **EB70-MC-10.346 Planejamento e Coordenação de Fogos**. 3ª Edição. Brasília, DF, 2017.

_____. _____. **EB80-CI-72.001 – Caderno de Instrução de Geoinformação**. 1ª Edição. Brasília, DF, 2018.

_____. Ministério da Defesa. **MD33-M-11 Apoio de Fogo nas Operações Conjuntas**. 1ª Edição. Brasília, DF, 2013.

BRINEY, Amanda. **The History of Cartography**: cartography - from lines on clay to computerized mapping. Cartography - From Lines on Clay to Computerized Mapping. 2019. Disponível em: <https://www.thoughtco.com/the-history-of-cartography-1435696>. Acesso em: 24 jun. 2023.

CAIAFA, Roberto. **Imbel realiza entrega do Sistema Gênesis de Coordenação de Fogos de Artilharia ao Exército Brasileiro**: O Sistema Genesis proporciona maior eficiência na busca de alvos e garante agilidade e precisão no tiro. Madrid: Infodefensa.com, 14 jun. 2023. Disponível em: <https://www.infodefensa.com/texto-diario/mostrar/4331798/imbel-entrega-sistema-gnesis-coordenaco-fogos-artilharia-ao-exercito-brasileiro>. Acesso em: 29 jun. 2023.

CÂMARA, Gilberto; DAVIS, Clodoveu; MONTEIRO, Antônio Miguel Vieira. **Introdução à Ciência da Geoinformação**. [S. l.]: INPE, 2001. 345 p. ISBN INPE-10506-RPQ/249. Disponível em: <http://mtc-m12.sid.inpe.br/col/sid.inpe.br/sergio/2004/04.22.07.43/doc/publicacao.pdf>. Acesso em: 24 jun. 2023.

NEVES, Eduardo Borba; DOMINGUES, Clayton Amaral. **Manual de metodologia da pesquisa científica**. Rio de Janeiro, RJ: Centro de Estudos de Pessoal, 2007. ISBN 978-85-7806-001-5.