



CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES

2º TEN DREICK VILAÇA GUIMARÃES

COMANDO E CONTROLE DE UM GMF, POSSIBILIDADES E NECESSIDADES

**Formosa – GO
2023**



CENTRO DE INSTRUÇÃO DE ARTILHARIA DE MÍSSEIS E FOGUETES

2º TEN DREICK VILAÇA GUIMARÃES

COMANDO E CONTROLE DE UM GMF, POSSIBILIDADES E NECESSIDADES

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



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

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: 2º TEN DREICK VILAÇA GUIMARÃES

TÍTULO: COMANDO E CONTROLE DE UM GMF, POSSIBILIDADES E NECESSIDADES

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

APROVADO EM ____ / ____ / 2023

CONCEITO: _____

BANCA EXAMINADORA

Membro	Menção Atribuída

DREICK VILAÇA GUIMARÃES – 2º Ten
Aluno

COMANDO E CONTROLE DE UM GMF, POSSIBILIDADES E NECESSIDADES

Dreick Vilaça Guimarães
Matheus Henrique Roza de Souza

RESUMO

Este trabalho buscar analisar as possibilidades e as necessidades relacionadas ao Comando e Controle (C2) de um Grupo de Mísseis e Foguetes (GMF). O sistema ASTROS, por ser um meio nobre dentro do Exército Brasileiro, surpreende pelo seu histórico em combate, principalmente no oriente médio, e esforço no desenvolvimento tecnológico nacional. Entretanto, sua doutrina é muito recente, o que implica que a coordenação do comando e controle dentro de um GMF ter ressalvas. Tais ressalvas são resumidas nas oportunidades de melhoria que este trabalho focará, tanto nos que se relacionam com os equipamentos de comunicação e computadores, quanto nos programas desenvolvidos para o uso no interior das viaturas. Diante disto, será explicado quem é o Escalão Superior de um GMF, bem como o software padrão de C2 usado num GMF, desenvolvido pela própria AVIBRAS. Também será abordado a questão das limitações técnicas do software e dos aparelhos de comunicação das viaturas ASTROS. Como conclusão, a pesquisa mostrará algumas possibilidades de mitigar as situações existentes e trará sugestões para suprir a necessidade e o potencial do comando e controle de um GMF.

Palavras-chave: Comando. Controle. Mísseis e Foguetes. ASTROS. AVIBRAS. Comunicação. Escalão Superior. Programas. Software.

RESUMEN

Este trabajo busca analizar las posibilidades y necesidades relacionadas con el Comando y Control (C2) de un Grupo de Misiles y Cohetes (GMF). El sistema ASTROS, como medio noble dentro del Ejército Brasileño, sorprende por su trayectoria en combate, principalmente en Medio Oriente, y esfuerzo en el desarrollo tecnológico nacional. Sin embargo, su doctrina es muy reciente, lo que implica que la coordinación de mando y control dentro de un GMF tiene salvedades. Tales salvedades se resumen en las oportunidades de mejora en las que se centrará este trabajo, tanto las relacionadas con los equipos de comunicación y los ordenadores, como los programas desarrollados para su uso en el interior de los vehículos. Ante esto, se explicará quién es el Escalón Superior de un GMF, así como el software estándar C2 utilizado en un GMF, desarrollado por la propia AVIBRAS. También se abordará la cuestión de las limitaciones técnicas del software y los dispositivos de comunicación de los vehículos ASTROS. En conclusión, la investigación mostrará algunas posibilidades para mitigar las situaciones existentes y traerá sugerencias para satisfacer la necesidad y el potencial de comando y control de un GMF.

Palabras clave: Comando. Controle. Misiles e Cohetes. ASTROS. AVIBRAS. Comunicación. Escalón Superior. Programas. Software.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Constituição básica da Artilharia de Corpo de Exército.....	13
Figura 2 - Constituição básica da Artilharia Divisionária.....	14
Figura 3 - Acesso à Tela do SC2FTER (1/3)	15
Figura 4 - Acesso à Tela do SC2FTER (2/3)	16
Figura 5 - Acesso à Tela do SC2FTER (3/3)	17
Figura 6 - Fotografias A, B e C, do interior da VBCCU-MSR/VBPCC-MSR	18
Figura 7 - Rádio 1, 2 e 3	19
Figura 8 - Programa Pacificador.....	20
Figura 9 - Programa C2 em Combate	21
Figura 10 - Programa Gerenciamento do Campo de Batalha	21
Figura 11 - Programa CoTat/GAC do Sistema Gênesis.....	22
Figura 12 - Triângulo de Compensação	23

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	07
1.1	PROBLEMA.....	08
1.2	OBJETIVOS.....	09
1.3	JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES	09
2	METODOLOGIA	10
2.1	REVISÃO DE LITERATURA	10
2.2	COLETA DE DADOS	11
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	11
3.1	NECESSIDADES.....	11
3.2	O ESCALÃO SUPERIOR DO SISTEMA ASTROS.....	13
3.3	SC2FTEER E SEUS RÁDIOS.....	14
3.4	SISTEMA DE COMANDO E CONTROLE.....	19
3.5	LIMITAÇÕES TÉCNICAS DOS RÁDIOS.....	23
3.6	LIMITAÇÃO DO SOFTWARE SC2FTEER DAS VIATURAS ASTROS.....	24
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	25
	REFERÊNCIAS	27

1 INTRODUÇÃO

O Comando e Controle de um Grupo de Mísseis e Foguetes tem encontrado diversas intempéries diante de seu desenvolvimento com o avançar da tecnologia. A necessidade de sistemas eficazes para o gerenciamento desses equipamentos tem sido comprovada principalmente na Guerra entre Rússia e Ucrânia, em que é gerenciado desde abate de alvos com SARP a tiros do HIMARS e de obuseiros da artilharia de campanha comum.

Algo que é bastante evidente é a necessidade de troca de informações entre o Escalão Superior e os componentes do GMF. A Viatura VBPC-MSR, do comandante de uma Subunidade do Grupo de Mísseis e Foguetes, é a responsável por fazer uma Bateria de Mísseis e Foguetes ter seu fogo coordenado. No entanto, atualmente essa coordenação enfrenta algumas limitações, sobretudo no que tange a troca de dados, pois os meios que estão inseridos na viatura não possibilitam o Cmt da SU a trocar dados de rede com o Escalão Superior.

Para esse tipo de situação, o Exército Brasileiro tem já desenvolvido, os sistemas C2 em Combate, Pacificador e o Gerenciador do Campo de Batalha (GCB). Ainda citando o conflito na Ucrânia, nele é utilizado um software muito semelhante chamado GIS Arta. O GIS Arta foi a resposta da Ucrânia frente aos diversos meios empregados para abater alvos Russos, em que para troca de dados eles usam a rede de satélites Star Link, assim possibilitando que uma peça da bateria HIMARS, trabalhando de maneira isolada, consiga bater pelo fogo um alvo com precisão, mesmo a viatura estando a quilômetros de distância do Posto de Comando de seu Escalão Superior.

No nosso Sistema ASTROS, temos presente o sistema SC2Fter, em que dispomos da existência de três rádios Harris para poder apoiar na coordenação. O chamado Rádio 1, presente na cabine da viatura VBPC-MSR, com alcance de 5 km, é um rádio Falcon 3. O Rádio 2, presente no “*shelter*” (parte traseira da viatura), com alcance de 25 km, é um rádio Falcon 3 com um amplificador de sinal acoplado e o Rádio 3, também compõe no “*shelter*” da viatura, com alcance de 250 km de transmissão por voz e de 100 km de transmissão de dados, sendo ele um rádio Falcon 2, modelo RF-7800MH, de frequência HF. Todos os rádios fornecem uma velocidade de transmissão de dados de até 16 Kbps.

Ter acesso a cartas, informes e materiais via rede seria de grande valia para uma operação, pois assim permitiria uma coordenação rápida e mais eficaz, como é feito no conflito entre Ucrânia e Rússia.

1.1 PROBLEMA

A grande problemática, durante uma operação, é a dificuldade que os rádios da Harris têm para poder transmitir esses dados e também a limitação do alcance de comunicação por voz, pois os alcances dos rádios e a velocidade de transmissão impedem a transferência de, por exemplo, uma carta na viatura do CLF de uma Bia MF, via acesso remoto.

É verdade que as viaturas do sistema ASTROS conseguem obter esses dados via Fio e também via Pen Drive, mas esse processo demanda tempo, deixando uma Bia MF exposta a observação de DRONES enquanto estivesse passando os dados dessa maneira. O combate moderno exige bem mais que isso, pois o sistema ASTROS é um meio nobre demais para expô-lo.

Falando sobre a comunicação por voz, os rádios compostos na Viatura VBPC-MSR, seria o Rádio 1, que teria como prioridade a comunicação das Lançadoras da Linha de Fogo com o seu CLF/Cmt SU, o Rádio 2, que teria como finalidade a coordenação com o Comandante do GMF, O Rádio 3, que tem como propósito a coordenação com o Escalão Superior. Porém a problemática inicia com os alcances das rádios para cada função. O sistema não teria eficiência se a Bia MF não estiver a menos de 25 km de alcance do PC do Cmt GMF, o que doutrinariamente é inviável, principalmente pela mobilidade que o sistema ASTROS oferece. Isso é resolvido com o uso do Rádio 3, tanto para o contato com Cmt GMF com o Esc Sup.

Sobre a comunicação via dados, os rádios da Harris têm a capacidade de envio de mensagens, alertas, arquivos e correio de voz, possuindo inclusive um aplicativo próprio para tal, chamado Tac Chat. Porém o Sistema ASTROS tem uma demanda de materiais de grande tamanho, que vai de cartas topográficas de grande escala a ordens de tiro elaboradas pelo Escalão Superior. Nossos rádios Harris têm dificuldade de transferir arquivos de grande tamanho por conta da velocidade de transmissão, demandaria tempo demais em operações, além também do fator recurso humano, em que o Exército carece de pessoal habilitado em manusear os softwares de comando e controle.

1.2 OBJETIVOS

OBJETIVO GERAL

Este trabalho tem como objetivo citar os meios que o Exército Brasileiro dispõe para auxiliar no comando e controle e conciliar com os Grupos de Mísseis e Foguetes, verificando o uso de softwares e hardwares na doutrina de emprego, além de expor as possibilidades e necessidades.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

Para alcançar o objetivo geral, objetivos específicos foram traçados de forma que fosse criada ligações entre os determinados assuntos a serem estudados:

- Apresentar as necessidades práticas, vivenciadas por usuários do sistema ASTROS;
- Apresentar o verdadeiro Escalão Superior de um GMF;
- Apresentar o programa SC2FTer, utilizado nos computadores das viaturas de comando e controle do sistema ASTROS;
- Apresentar os sistemas C2 em Combate e Pacificador, já utilizados pelo Exército Brasileiro e expor outros softwares que possam auxiliar o Comando e Controle de um GMF;
- Apresentar as limitações técnicas e as possibilidades dos rádios embarcados nas viaturas ASTROS;
- Apresentar as limitações do software atualmente utilizado nas viaturas ASTROS;
- Concluir propondo recomendações para melhor utilização do sistema SC2FTer, verificando a utilização em conjunto de novos softwares e até mesmo de novos hardwares, bem como sugerir instalação de novos meios de modo a mitigar as necessidades do sistema ASTROS.

1.3 JUSTIFICATIVAS E CONTRIBUIÇÕES

Não há guerra sem uma comunicação bem definida entre as tropas de uma determinada força, isso devido a importância do comando e controle no combate. A guerra da Ucrânia é um grande exemplo disso, já que seus meios de comando e controle tem se mostrado tão eficientes que, mesmo tendo seu país invadido pela Rússia, que detém um

dos maiores Exércitos do mundo, a Ucrânia ainda consegue mover seus meios e infligir danos no invasor.

O Exército Brasileiro, diante da modernização de seus sistemas, precisou também atualizar seus sistemas de comando e controle diante da mudança das doutrinas de emprego de comunicações e transmissões de informação por diferentes meios.

O Sistema ASTROS tem como orgulho ser o maior poder de dissuasão da América Latina, porém esse sistema exige métodos modernos de C2, não permitindo que a Artilharia esteja defasada nos hardwares e softwares instalados nas viaturas do ASTROS.

Assim, esse trabalho vem para explicitar as possibilidades e as necessidades do sistema de coordenação e controle das viaturas ASTROS, buscando alternativas e analisar os aplicativos que já dispomos com os que podemos implementar no nosso sistema.

2 METODOLOGIA

Com o intuito de adquirir informações, este trabalho tomou como base diversos trabalhos e opiniões fornecidas por meio de militares do Exército Brasileiro. Também foi utilizado o procedimento analítico, usando fontes acerca do SC2FTer, C2 em Combate, Pacificador e também dos rádios Harris.

Foi utilizado o método dedutivo, uma vez que, ao término desse trabalho, será proposto uma complementação ao sistema que já é empregado no nosso Exército. O resultado poderá ser alvo de diversas discussões futuras acerca de novos equipamentos de comando e controle que a instituição poderá adquirir para mobiliar seus quartéis de mísseis e foguetes.

Quanto à forma de abordagem é evidente ser qualitativa, pois irá se preocupar com as necessidades do sistema, bem como as oportunidades advindas das possibilidades que os aparelhos, que já compõe o sistema de Comando e Controle empregado no ASTROS, podem fornecer.

2.1 REVISÃO DE LITERATURA

A revisão da literatura tem por objetivo fazer com que o leitor tenha o entendimento do que é o Comando e Controle, principalmente no que se refere ao Sistema ASTROS e os materiais que o compõe.

O início dessa pesquisa teve como objetivo situar o leitor quanto ao uso empírico do Comando e Controle na Artilharia de Mísseis e Foguetes, tomando como base os manuais Comando e Controle (EB20-MC-10.205), o manual Grupo de Mísseis e Foguetes (EB70-MC-10.363) e com o Manual de Operação do *Software* de Integração com o SC2FTer (20MO-INT-1773), principal *software* desenvolvido para o sistema ASTROS.

Com o auxílio dos manuais e das pesquisas, foi possível destacar diversos pontos positivos e limitações do SC2FTer, fazendo com que assim, fosse permitido comparações com outros aplicativos tais como C2 em Combate, Pacificador, entre outros.

Também foi consultado diversos trabalhos científicos de oficiais que trabalham no Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes (C I Art Msl Fgt), devido a experiência desses militares com o material, são grandes conhecedores das reais necessidades e possibilidades das viaturas ASTROS e da Art Msl Fgt em geral.

Foi necessário usar páginas da internet para obtenção de informações acerca de materiais cujas fontes não se restringem aos manuais disponíveis a Biblioteca Digital do Exército (BDEx).

2.2 COLETA DE DADOS

Para coleta de dados, foram realizadas leituras analítica e interpretativa dos diversos manuais e artigos supracitados. Assim, sendo possível debates e discussões acerca da proposta deste trabalho, culminando numa possível solução para as limitações que serão citadas.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 NECESSIDADES

O Sistema ASTROS é um sistema de muito orgulho para a artilharia brasileira por ser algo completo, composto por diversos modelos de viaturas de acordo com a necessidade do sistema. Nele, é presente o Sistema de Comando e Controle da Força Terrestre (SC2FTer), que é o software de Comando e Controle (C2) do sistema ASTROS, embarcados na Viatura Blindada Posto de Comando e Controle Média Sobre Rodas (VBPCC-MSR) e Viatura Blindada de Comando e Controle de Unidade Média Sobre Rodas

(VBCCU-MSR). No entanto, ainda quanto ao C2, há uma grande necessidade do sistema ASTROS, que se subdivide em três situações:

- 1) O Artilharia de Corpo de Exército (ACEx), sendo o Escalão Superior dos Grupos de Mísseis e Foguetes (GMF), responsável por emanar as ordens aos GMF, não possui o SC2FTer em seus meios de C2. Sendo assim, a coordenação de uma manobra fica incapaz de ser realizada de forma eficaz (no interior da viatura) entre o Comandante de um GMF ou Comandante de uma Bateria de Mísseis e Foguetes (Bia MF), que estaria embarcado numa VBCCU-MSR/VBPCC-MSR, e os militares da ACEx, já que eles não dispõem do mesmo software de Comando e Controle (BRASIL, 2020);
- 2) A distância entre uma Posição de Espera de uma Bia MF, atuando de forma isolada ou não, e um PC de ACEx seria bem maior do que o alcance permitido, para transferência de dados, do Rádio 2 (Harris Falcon III), com até 25 quilômetros (km) de distância, que compõe as viaturas VBPCC-MSR/VBCCU-MSR. Segundo a própria fabricante do Sistema ASTROS, a AVIBRAS, o Rádio 2 é o principal rádio para o uso do SC2FTer;
- 3) A velocidade da rede criada pelo Rádio 3 (Harris Falcon II), rádio de maior alcance de transferência de dados embarcados no sistema ASTROS, com até 100 km de distância, é muito baixa. Isso implica que as viaturas, para transmitir uma simples mensagem de texto, é capaz de causar horas de espera nas posições, o que vai causar diversos percalços na manobra envolvendo o sistema ASTROS.

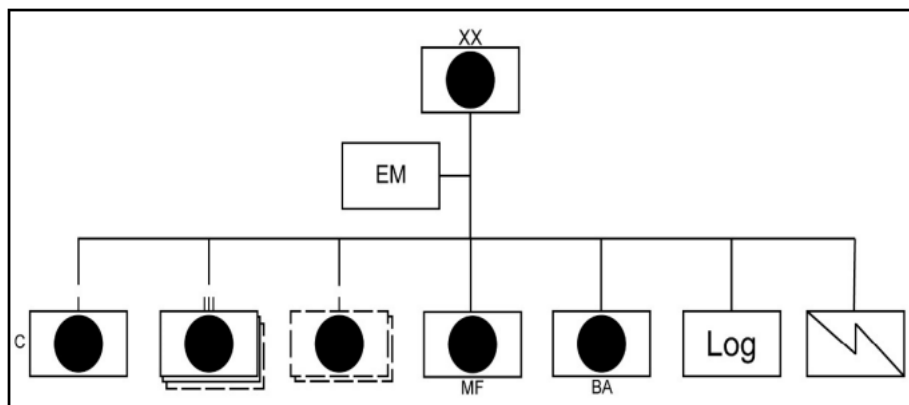
3.2 O ESCALÃO SUPERIOR DO SISTEMA ASTROS

Segundo o manual de Corpo de Exército (2020):

A Artilharia de Corpo de Exército (ACEx) é o mais alto escalão de Artilharia de Campanha presente em um TO/A Op. Possui uma constituição variável e compreende um comando, uma bateria de comando e um número variável de agrupamentos (Agpt), unidades e subunidades de artilharia de diversos tipos, com destaque para as de mísseis e foguetes, além de meios de busca de alvos, e, quando necessário, de elementos de comunicações e de apoio logístico (BRASIL, 2020, p.3-5).

A ACEx assim, sendo o Escalão Superior da artilharia de mísseis e foguetes, é o principal responsável pelas ordens enviadas aos GMF. Isso implica na necessidade deste escalão ter em seus meios todos os programas utilizados para o Comando e Controle de todos os sistemas de artilharia, seja ela de tubo ou mísseis e foguetes (BRASIL, 2020).

Figura 1 – Constituição básica da Artilharia de Corpo de Exército



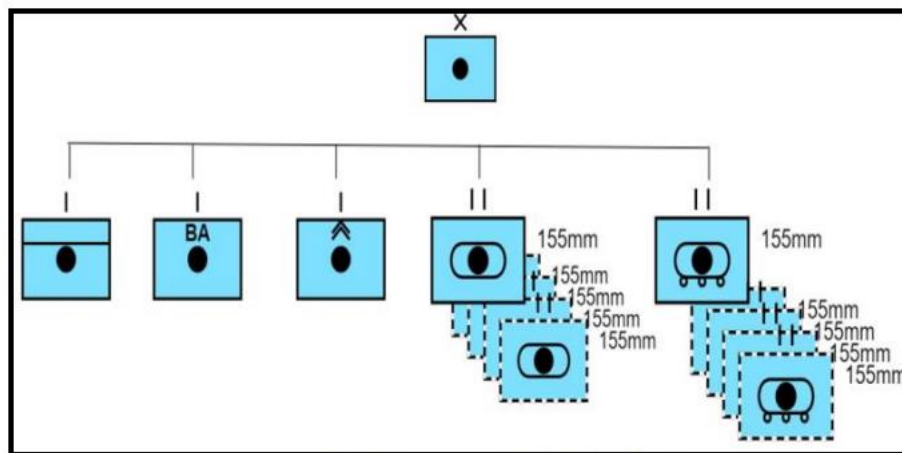
Constituição básica da Artilharia de Corpo de Exército

Fonte: BRASIL, 2020

Importante também ressaltar que, segundo o manual de Grupos de Mísseis e Foguetes:

Contudo, o exame de situação da ACEx poderá indicar uma organização para o combate que priorize o emprego de seus GMF ou Bia MF para a zona de fogos de determinada AD, ou a descentralização gradativa desses meios, até mesmo em reforço, se for o caso. Quando um GMF integra determinado escalão, fica diretamente subordinado ao Cmdo Art desse escalão, que também define seu emprego (BRASIL, 2021, p.3-7).

Figura 2 – Constituição básica da Artilharia Divisionária



Estrutura básica da Artilharia Divisionária
 Fonte: BRASIL, 2021

Isso implica que tanto um GMF quanto uma Bia MF podem atuar de forma isolada e/ou subordinada a uma Artilharia Divisionária (AD), tornando assim também seu Escalão Superior (BRASIL, 2021).

3.3 SC2FTER E SEUS RÁDIOS

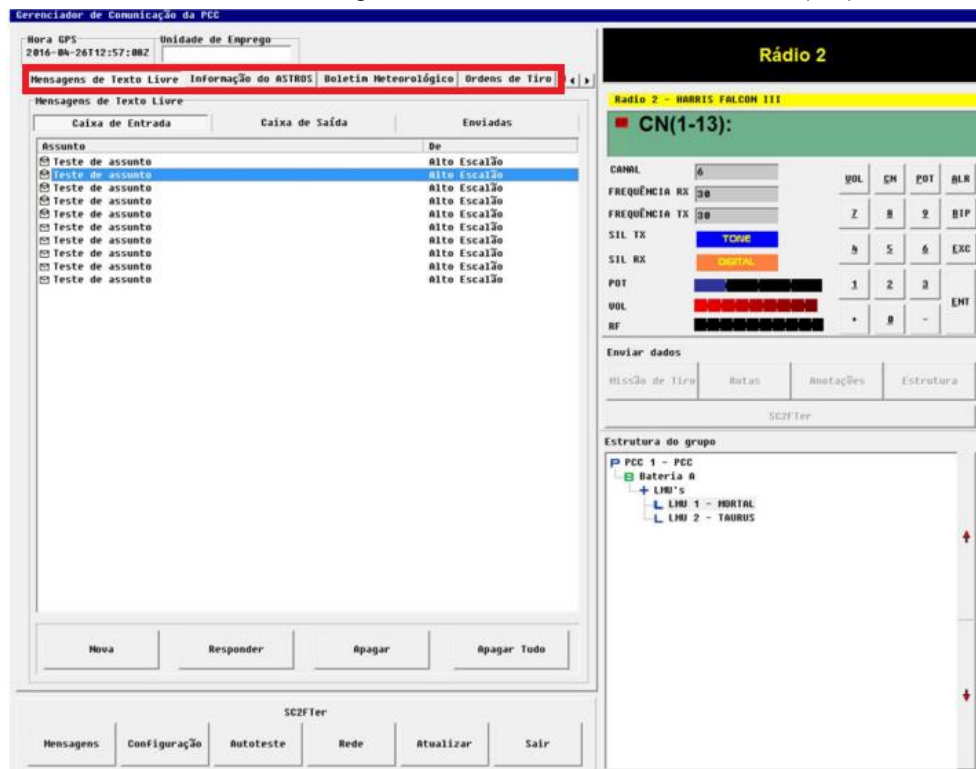
O SC2FTer é um software presente no computador de Comunicações (CSC) que compõe no “shelters” (parte traseira da viatura) das viaturas VBCCU-MSR/VBPCC-MSR. Ele foi criado para servir de principal ferramenta de comando e controle nos Grupos de Mísseis e Foguetes, sendo utilizado tanto nível unidade quanto nível subunidade.

Segundo a própria AVIBRAS:

O sistema SC2FTer tem por definição ser uma via de comunicação entre o Comando da Bateria ou Grupo e o Escalão Superior, de maneira que o mais antigo possa:

1. Oferecer os dados para uma nova missão;
2. Acompanhar o planejamento e elaboração da missão simultaneamente;
3. Trocar informações importantes sobre as missões executadas; e
4. Acompanhar simultaneamente os dados das missões, produzidos pelo sistema (AVIBRAS, 2016 p.1-1)

Figura 3 – Acesso à Tela do SC2FTER (1/3)



Fonte: Manual de Operação do Software de Integração com o SC2FTER

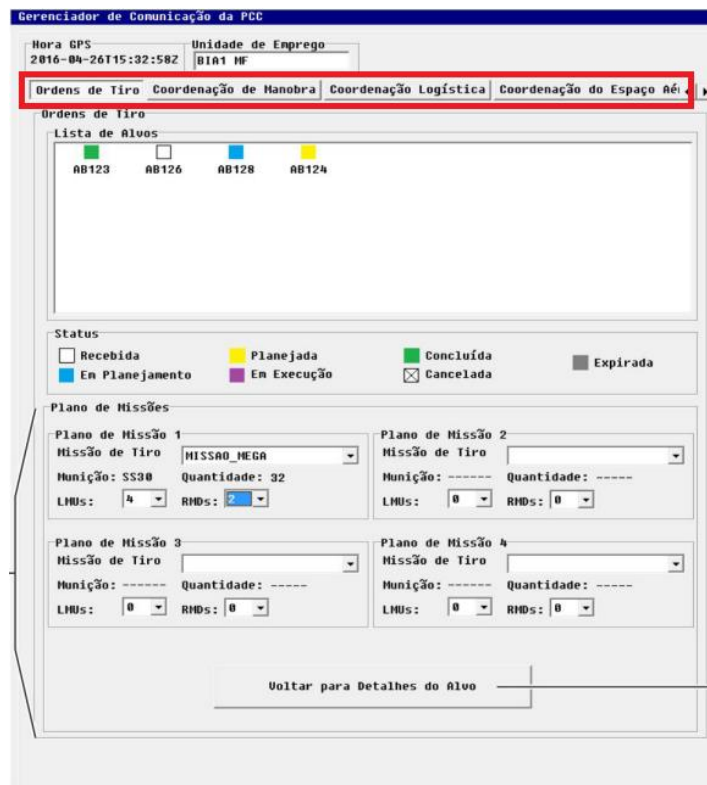
Todos esses objetivos citados pela AVIBRAS são alcançados pelo aplicativo e suas abas, que são:

Mensagens de Texto Livre, que tem por objetivo criar mensagens de e-mail e de texto livre. Esta mensagem é exibida na Caixa de Entrada, podendo vir inclusive com um alerta de aviso caso venha do Alto Escalão (AVIBRAS, 2016);

Informação do ASTROS, que faz com que o Alto Escalão tenha acesso às posições das viaturas das baterias em posição, bem como a disponibilidade do Grupo ou da Bateria. Traz com ela informações importantes como quantidade de munição por viatura ou Grupo/Bateria, dados obtidos pelo aplicativo STATUS DA VIATURA instalados no computador AV-COP (Console de Operação) presente em todas as lançadoras do sistema ASTROS (AVIBRAS,2016);

Boletim Meteorológico, espaço em que é possível enxergar o boletim meteorológico enviado pela viatura VBMET-MSR;

Figura 4 – Acesso à Tela do SC2FTER (2/3)



Fonte: Manual de Operação do Software de Integração com o SC2FTER

Ordens de Tiro, aba responsável pelo envio de informações vinda do escalão superior, contendo dados das missões como: natureza do alvo, tipo do alvo, dimensões e coordenadas do alvo, podendo assim detalhar ao máximo o alvo a ser atingido (AVIBRAS, 2016);

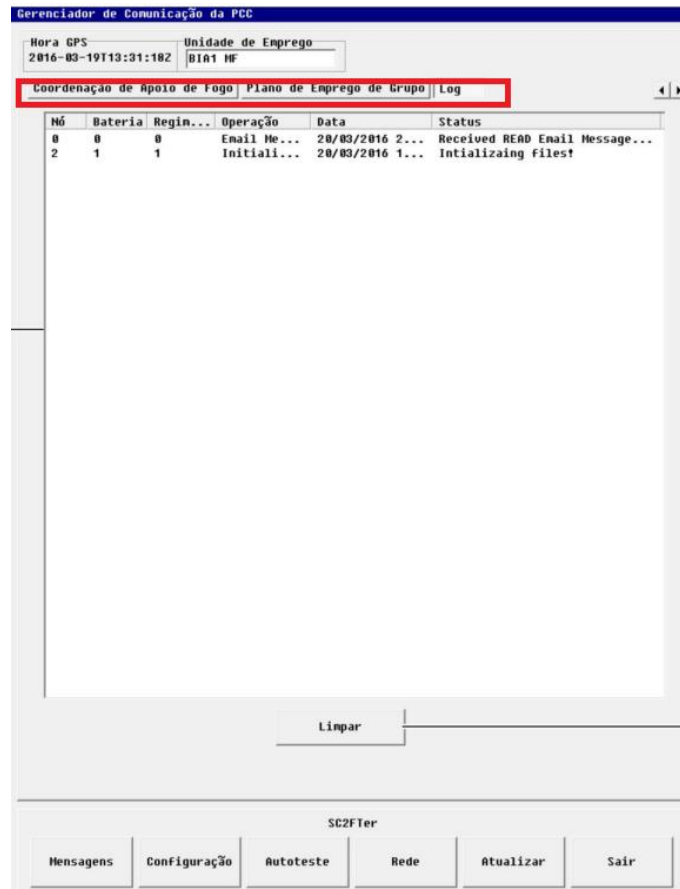
Coordenação da Manobra, que são mensagens pré-cadastradas pelo Alto Escalão, com informações quanto a organização da artilharia para combate e reorganização da artilharia, ajudando o Comando de Artilharia do Exército a manobra de seus GMF (AVIBRAS, 2016)

Coordenação Logística, que são informes vindos do Alto Escalão sobre suprimentos, munição, combustível e alimentação (AVIBRAS, 2016);

Coordenação do Espaço Aéreo e Coordenação de Apoio de Fogo, que são mensagens de texto, enviadas pelo Alto Escalão, quanto ao uso do Espaço Aéreo e do Espaço Terrestre, respectivamente, no teatro de operações em questão (AVIBRAS, 2016);

Plano de Emprego de Grupo, que são informes de como o Grupo se posicionará durante a missão (AVIBRAS, 2016);

Figura 5 – Acesso à Tela do SC2FTer (3/3)



Fonte: Manual de Operação do Software de Integração com o SC2FTer

Log, que é um registro de todas as atividades realizadas no computador durante o planejamento e execução da missão (AVIBRAS, 2016).

É possível concluir que o SC2FTer é bem completo para o sistema ASTROS. Como já citado anteriormente, ele é instalado no Computador de Comunicações (CSC), localizado no “*shelter*” da viatura VBPC-MSR. A viatura ainda conta com o Computador Tático (CST), com diversos programas que aglutinam informações de forma que sejam passadas posteriormente via SC2FTer à ACEx ou AD (BRASIL, 2020).

Seus rádios (Rádio 1,2 e 3) são os responsáveis pelo envio e recebimento de voz e dados. Eles são os responsáveis por efetivar a coordenação, junto ao escalão de artilharia enquadrante, das missões de um GMF ou Bia MF.

Figura 6 – Fotografias A, B e C, do interior da VBCCU-MSR/VBPCC-MSR



Fotografia A



Fotografia B



Fotografia C

Fonte: MACEDO, 2018

Ainda sobre as fotografias acima:

Fotografia A, referente ao "shelter" da viatura (parte traseira);
 Fotografia B, referente à cabine da viatura (parte dianteira), que estão presentes o Console de Operações (COP) e o Rádio 1 (Harris Falcon III);
 Fotografia C, referente ao Computador Tático (CST), a direita, e Computador de Comunicações (CSC), à esquerda, bem como o Rádio 2 (Harris Falcon III com amplificador de sinal), no centro, e o Rádio 3 (Harris Falcon II), acima.
 (MACEDO, 2018 p.8)

O rádio 1 tem frequência VHF de baixa potência e curto alcance de 5 km, fica localizado na cabine da viatura. O rádio 2 é o mesmo modelo do rádio 1, um Harris Falcon III, adicionado de um amplificador de sinal, que faz seu alcance saltar para 20 km, fica no "shelter" da viatura. O rádio 3, é um rádio Harris Falcon II de frequência HF, motivo do seu alcance de comunicação via voz ser 250 km e via rede ser de 100 km, também localizado no "shelter" da viatura (AVIBRAS, 2019).

Figura 7 – Rádio 1, 2 e 3



Rádio 1



Rádio 2



Rádio 3

Fonte: Manual de operação HARRIS RF-7800H-MP HF MANPACK RADIO

É importante salientar que, embora tenhamos os três rádios a disposição, o SC2FTer foi desenvolvido pensando na utilização juntamente com o rádio 2 para transmissão de arquivos. Essa informação é importante pois recai na limitação do rádio em fazer valer a funcionalidade de transmissão de dados a longas distâncias, superior a 20 km, por exemplo (AVIBRAS, 2016).

3.4 SISTEMA DE COMANDO E CONTROLE DO EXÉRCITO BRASILEIRO

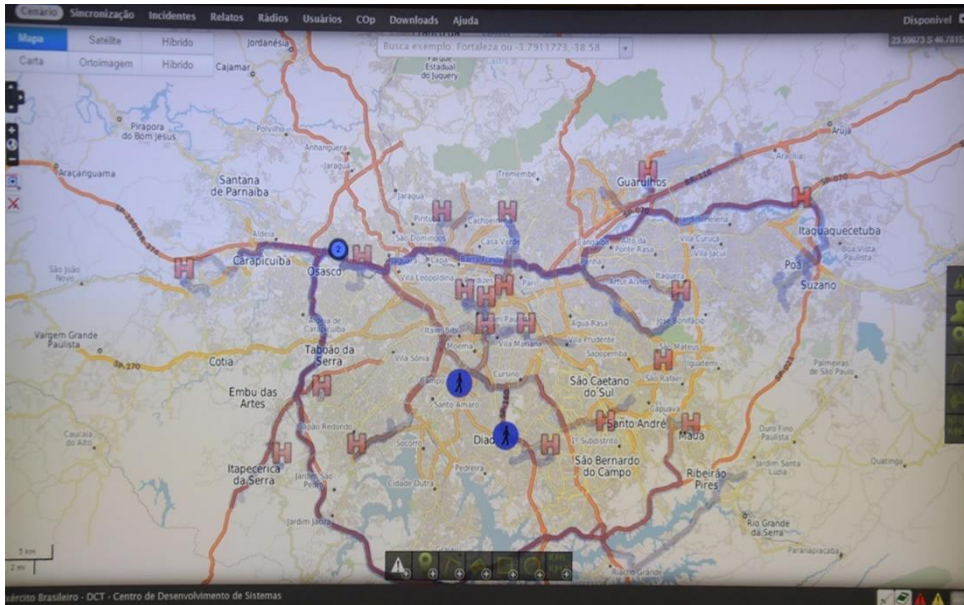
O Exército Brasileiro tem a disposição vários programas de C2. Sua utilização costuma variar de acordo com o material e a missão. O Pacificador é um desses softwares, usado principalmente em operações de GLO e de apoio a defesa civil.

O Pacificador – COp é um sistema de Comando e Controle (C²) com a finalidade de apoiar operações de GLO e defesa/segurança de Grandes Eventos, possibilitando a formação da consciência situacional, a sincronização das ações entre os elementos envolvidos, bem como o tratamento de incidentes ocorridos. (Curso de Operação do Pacificador, CMO 2015).

O programa tem o adicional de permitir a visualização de imagens de satélites. Também é capaz de projetar a carta da área de operações, com a adição de ter o georreferenciamento das tropas no teatro de operações atualizados em tempo real e de

forma automática. Seu diferencial é seu alcance, pois ele utiliza da internet para prover a comunicação entre comando e tropa (HEBERT, 2022)

Figura 8 – Programa Pacificador



Fonte: <https://www.eb.mil.br/>

Outro programa bastante utilizado e presente em todos os Comandos Militar de Área é o C2 em combate. Bastante semelhante ao que ocorre com os programas do CST dentro das viaturas VBPC-MSR, o método de inserção de dados é de forma manual. Também utiliza da internet para sua comunicação. As versões mais atualizadas do C2 em combate estão se aproximando muito do que é o Pacificador, principalmente em seu design mais intuitivo (ANASTÁCIO, 2020).

Figura 9 – Programa C2 em Combate



Fonte: <http://www.portalc2.eb.mil.br/>

Há também o programa Gerenciamento do Campo de Batalha (GCB), criado para atender as demandas das viaturas Guarani, no ano de 2016. É um sistema de C2 muito moderno, com tela intuitiva e sensível ao toque. Tendo desenho livre, mensagens em tempo real, entre outras ferramentas para auxiliar o usuário. Foi projetado para ser implementado em organizações militares de infantaria e cavalaria que disponham da viatura Guarani. (DAVIDSON, 2018).

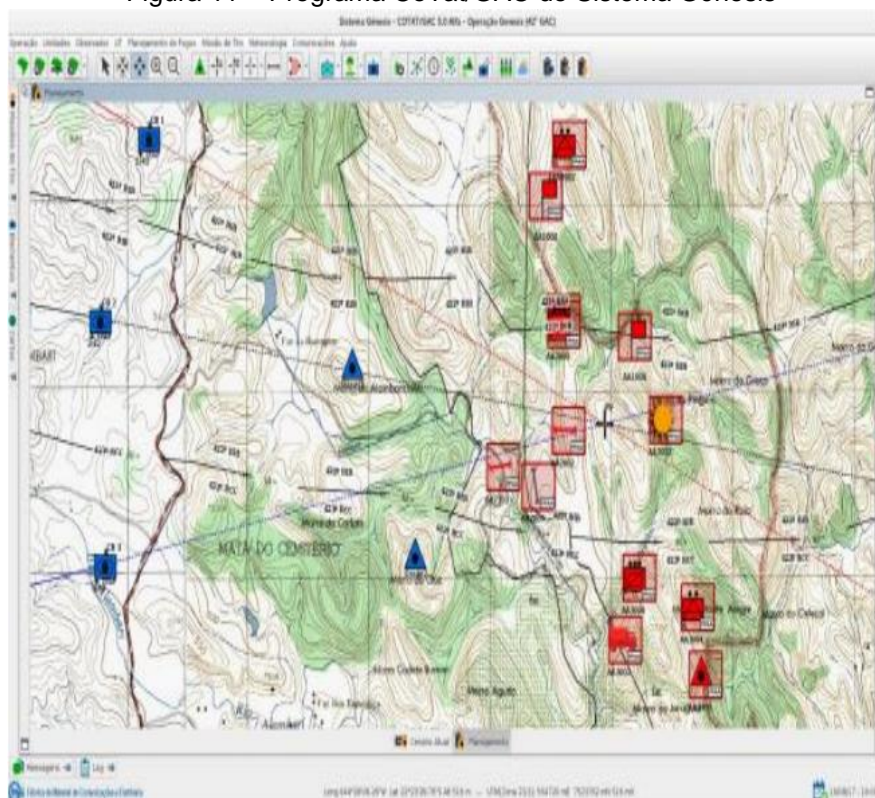
Figura 10 – Programa Gerenciamento do Campo de Batalha



Fonte: <https://www.defesaaereanaval.com.br/exercito/o-sistema-c%C2%B2-da-vbtp-mr-6x6-guarani>

Para a artilharia de tubo, foi desenvolvido o Sistema Gênesis, um sistema computadorizado voltado que tem por objetivo converter os métodos tradicionais no intuito de aprimorar a precisão e a velocidade no processamento das missões de tiro. Ele é bastante útil também visando a consciência situacional do campo de batalha, pois ele apresenta imagens da carta. Sendo bem completo para artilharia, é disposto de vários equipamentos, como rádios, computadores, tablets e celulares que se comunicam via rede para troca de informações (VIANA, 2021).

Figura 11 – Programa CoTat/GAC do Sistema Gênesis



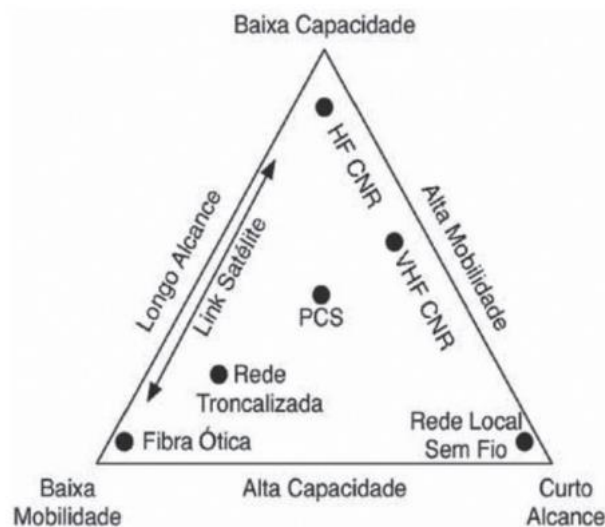
Fonte: VIANA, 2021

Como pode-se perceber, o Exército Brasileiro possui diversos aplicativos para auxiliar no Comando e Controle de suas manobras, diferenciando o sistema ou a situação a qual ele é empregado. Isso implica em dizer que não há um aplicativo padrão de uso pela Força Terrestre. Os variados sistemas, tais como Guarani, ASTROS, Gênesis, são distintos e demandam aplicações e métodos diferentes. Tanto o GCB, quanto o Gênesis, já foram alvo de estudo para, se possível, inseri-los no Sistema ASTROS.

3.5 LIMITAÇÕES TÉCNICAS DOS RÁDIOS HARRIS

O principal meio de comunicação entre as viaturas do Sistema ASTROS com a ACEX ou AD é o Rádio 3 (Harris Falcon II), já citado anteriormente, presente no interior do “*shelter*” da viatura VBCCU-MSR/VBPC-MSR. No entanto, o rádio em si enfrenta dificuldades para sua comunicação via dados.

Figura 12 – Triângulo de Compensação



Fonte: CAMILO, 2020, p.20

O Triângulo de Compensação fala dos três requisitos para um sistema de comunicações militar:

- 1) Alcance, relacionado à distância de um emissor para um receptor;
- 2) Capacidade, que alude ao meio de como os dados são enviados e velocidade e;
- 3) Mobilidade, que se refere a frequência do material.

Ele explica que um sistema que possibilita alta mobilidade e alcance não será dotado de alta taxa de transmissão. Isso também explica que, ao maximizar dois fatores o terceiro acaba sendo minimizado (CAMILO, 2020).

Com isso, foi verificado o motivo do Rádio 3, mesmo tendo seu longo alcance de transmissão de dados (100 km), não consegue fazê-lo na prática, pois a rede de dados criada tem uma velocidade muito baixa, ocasionando em horas de espera para receber arquivos e mensagens (BRASIL, 2020)

O Rádio 3 então, torna-se ineficiente para envio de dados, o que compromete o Comando e Controle de um GMF para com a ACEX ou AD, já que ele foi o rádio projetado para comunicação com o Escalão Superior.

O Rádio 2 (Harris Falcon II com amplificador) tem se mostrado eficiente em sua comunicação via dados. É por ele que é recebido o Boletim Meteorológico, recebe e envia a Missão de Tiro, bem como a Estrutura da bateria (BRASIL, 2020).

Assim como afirma Viana:

...é capaz de transmitir voz e dados ao mesmo tempo e pode se conectar a uma rede “*Internet Protocol*” (IP). Transmite dados à 64 Kpbs em canais de 25 kHz e à 192 Kpbs em canais de 75 kHz.
(VIANA, 2021, p.13)

Contudo, ele é um rádio de médio alcance (25 km) para comunicação via voz e dados, o que o torna inviável para o uso com os elementos do Escalão Superior (ACEx e AD) diante da distância que uma Posição de Tiro estaria de seu Posto de Comando. É válido ressaltar que, mesmo com essas ressalvas, segundo a AVIBRAS, o Rádio 2 é o rádio que deve ser utilizado para comunicação com o Escalão Superior (AVIBRAS, 2016).

O Rádio 1 (Harris Falcon II), conhecido como Rádio de Comboio, foi implementado na cabine das viaturas do Sistema ASTROS. Também tem mostrado eficiência na sua comunicação via dados, transmitindo os Dados de Tiro, as Rotas e as Camadas de Anotações para serem visualizadas no Computador de Operações (COP). Entretanto, seu uso é restrito às viaturas que estão na Posição de Tiro por conta do seu curto alcance (5 km), o que o impede de ser alternativa para os rádios supracitados para comunicação com o Escalão Superior (BRASIL, 2020).

3.6 LIMITAÇÃO DO SOFTWARE SC2FTER DAS VIATURAS ASTROS

O SC2FTer é um aplicativo instalado no Computador de Comunicação (CSC) presente no “*shelter*” das viaturas VBCCU-MSR/VBPCC-MSR. Como descrito acima, o SC2FTer é um aplicativo bem completo para o Sistema ASTROS, isso por quê ele foi desenvolvido justamente para atender a demanda dos meios da Artilharia de Mísseis e Foguetes do Exército Brasileiro.

No entanto, para o comando e controle ser efetivado, a comunicação entre a Artilharia de Corpo de Exército/Artilharia Divisionária com os Grupos de Mísseis e

Foguetes/Baterias de Mísseis e Foguetes são fundamentais. Essa comunicação também se dá pelo SC2FTer, que utiliza a rede de dados criada pelos equipamentos rádio da viatura para poder transmitir e receber informação (BRASIL, 2020).

Além das adversidades relacionadas ao alcance dos rádios e da transferência de dados, há também o impasse de que não há, tanto na Artilharia Divisionária quanto na Artilharia de Corpo de Exército pessoas capacitadas em operar o SC2FTer. Assim o Escalão Superior não é dotado de meios para receber e transmitir, por exemplo, uma Missão de Tiro pelo SC2FTer, pois não possuem aparelhos compatíveis com o SC2FTer dos Computadores de Comunicação (CSC) para consolidar a comunicação via dados. Não há uma versão do SC2FTer para um computador específico da ACEX ou de AD, além de que o único manual existente para esse programa é referente ao SC2FTer das viaturas VBCCU-MSR/VBPCC-MSR (AVIBRAS, 2016).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

É importante salientar que os sistemas de comando e controle do Exército Brasileiro distinguem-se um do outro, embora todos eles tenham basicamente a mesma função, coordenar a missão daquele referido material. Cada sistema tem funcionalidades diferentes, que se adequam à sua eficiência, já que, por exemplo, para uma manobra de um blindado de reconhecimento, não se usaria um programa usado para coordenar um tiro de artilharia. Esse é o principal motivo da Força Terrestre não ter um único *software* de comando e controle para todos os seus sistemas. Entretanto, cabe ressaltar a importância da comunicação entre esses sistemas, que embora possam ser diferentes, eles devem ter ligação suficiente para que a manobra seja compatível com as coordenadas de seus escalões superiores (para o GMF, ACEX e AD), com esses diferentes programas devendo ter comunicação entre eles, tanto via voz quanto via rede, no intuito de não causar discrepância na manobra.

Foi verificado que a necessidade do comando e controle do Sistema ASTROS baseasse nos rádios da família Harris e na efetividade do SC2FTer. O rádio é o meio de comunicação que interliga os GMF à ACEX ou AD, possibilitando o envio das ordens de tiro e das missões subsequentes, conjuntamente com o SC2FTer, advindas desses escalões.

Ainda referindo o Escalão Superior, este não é dotado de equipamentos que possuem o programa SC2FTer. Entretanto, isso pode ser facilmente solucionado, com a

utilização de um computador com sistema operacional Windows 7 e com as especificações quanto memória RAM, processamento, armazenamento, entre outros, sendo semelhantes aos do Computador de Comunicação (CSC) e do Computador de Tiro (CST), ambos encontrados nas viaturas VBPC-MSR/VBCCU-MSR. O programa pode ser adquirido pela própria AVIBRAS, que foi sua desenvolvedora, e instalados nesses computadores.

Quanto ao uso do rádio, foi evidenciado que há problemas técnicos. O programa SC2FTer, quando foi desenvolvido, foi pensado para ter sua troca de mensagens, entre Escalão Superior e GMF, via Rádio 2, como está previsto no próprio manual do SC2FTer. A problemática em questão, é que o ACEX ou AD teriam como Posto de Comando um local bem mais distante que o alcance permitido pelo uso do rádio (o alcance do Rádio 2 é de 25 km). Isso implica com a não eficácia do rádio para o comando e controle nas operações. O que poderia ser realizado para mitigar a situação do Rádio 2, seria o uso de várias repetidoras de sinal, com capacidade de transmissão de voz e principalmente dados, da Posição de Bateria até o Posto de Comando da Artilharia de Corpo de Exército, ou Artilharia Divisionária, pois assim aumentaria o alcance do Rádio 2.

O Rádio 3, com alcance via voz sendo até 250 km, consegue contato com a ACEX, porém como já dito neste estudo, seu alcance para rede cai para 100 km e a velocidade de tráfego de dados do rádio é muito baixa. Os motivos foram evidenciados no Triângulo de Compensação, já que o Rádio 3 é um rádio de alta frequência e que, somando ao seu longo alcance, ocasiona uma perda considerável na velocidade da rede criada. Sendo assim, o Rádio 3, para uso de comunicação via dados, não se torna viável para o combate. O Exército, enfrenta esse tipo de situação em todos os seus sistemas de comando e controle. Seria interessante um estudo de implementação do EBNet nas viaturas do sistema ASTROS. O EBNet já é conhecido nos quartéis por todo Brasil, pois é uma infraestrutura de rede criada para comunicação interna da Força Terrestre. Essa infraestrutura pode ser inserida no Sistema ASTROS, ao acoplar os equipamentos necessários nas viaturas, podendo assim sanar os problemas de tráfego de rede supracitados.

Com isso, conclui-se que o SC2FTer, sendo o programa de comando e controle do Sistema ASTROS, pode cumprir bem sua função se os problemas técnicos, já citados acima, forem solucionados. É um programa pensado para operação exclusiva no sistema ASTROS, mas que precisa passar por modificações para eficácia de seu uso.

REFERÊNCIAS

AVIBRAS INDÚSTRIA AEROESPACIAL S.A (Brasil). **MANUAL DE OPERAÇÃO DO SOFTWARE DE INTEGRAÇÃO COM O SC2FTer**. SC2FTer, AVIBRAS INDÚSTRIA AEROESPACIAL S.A., 2016. E-book.

AVIBRAS. **MANUAL DE UTILIZAÇÃO DA VIATURA POSTO DE COMANDO E CONTROLE DA BATERIA (AV-VCC/AV-PCC)**. Jacareí: Avibras Indústria Aeroespacial S/A, 2019.

ANASTACIO, Patrick S.; **Proposta de Emprego do Sistema de Comando e Controle da Força Terrestre - SC2FTer – na coordenação das Operações com o Escalão Superior**. 2020. 31 f. Trabalho de Conclusão de Curso, Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, Formosa, GO, 2020.

BRASIL. Exército. **EB70-MC-10.244: CORPO DE EXÉRCITO**. Edição Experimental. Brasília, DF, 2020.

BRASIL. Exército. **EB70-MC-10.321: ARTILHARIA DIVISIONÁRIA**. 3ª Ed. Brasília, DF, 2022.

BRASIL. Exército. **EB70-MT-11.000: OPERAÇÃO DAS VIATURAS BLINDADAS DE COMANDO E CONTROLE MÉDIA SOBRE RODAS**. 1ª Ed. Brasília, DF, 2020.

CAMILO, Marcelo José. **REDES DE COMUNICAÇÕES MILITARES: DESAFIOS TECNOLÓGICOS E PROPOSTAS PARA ATENDIMENTOS DOS REQUISITOS OPERACIONAIS DO EXÉRCITO BRASILEIRO**. Revista Militar de Ciência e Tecnologia Vol. 37 Nº3 2020. Rio de Janeiro, RJ, 2020.

DAVIDSON, Alex de Lucena. **A IMPORTÂNCIA DO GERENCIADOR DO CAMPO DE BATALHA (GCB) PARA O COMANDO E CONTROLE DOS COMANDANTES NÍVEL GC, PELOTÃO E SU NA INFANTARIA MECANIZADA**. Trabalho de Conclusão de Curso, Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais. Rio de Janeiro, RJ, 2020.

HEBERT, Douglas de Paula Souza. **VIABILIDADE DA SUBSTITUIÇÃO DO SISTEMA DE COMUNICAÇÃO SC2FTer UTILIZADO NAS VIATURAS BLINDADAS DE COMANDO E CONTROLE**. Trabalho de Conclusão de Curso, Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, Formosa, GO, 2022.

MACEDO, Mateus Pureur.; **PROPOSTA DE GUARNIÇÃO E DIVISÃO DE FUNÇÕES PARA AV-PCC**. Trabalho de Conclusão de Curso, Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, Formosa, GO, 2018.

VIANA, Pedro Henrique Rodrigues.; **POSSIBILIDADE DE INTEGRAÇÃO DO SISTEMA IMBEL GENESIS COM O SISTEMA DE MÍSSEIS E FOGUETES**. Trabalho de Conclusão de Curso, Centro de Instrução de Artilharia de Mísseis e Foguetes, Formosa, GO, 2021.