

A Utilização do Sistema Digitalizado de Artilharia de Campanha (SISDAC) com Obuseiros Georreferenciados

The use of Digitalized Field Artillery System (SISDAC) with georeferenced howitzers

RESUMO

Das recentes modernizações da Artilharia do Exército Brasileiro, duas delas se sobressaem quando comparadas com o cenário internacional. A aquisição de obuseiros dotados de sistemas georreferenciados, como o M109A5+BR, aliados à Central de Tiro informatizada pelo Sistema Digitalizado de Artilharia de Campanha (SISDAC) gera uma possibilidade de atualização da doutrina de emprego da Artilharia de Campanha. O objetivo do presente artigo é discutir o impacto do uso de vetores cinéticos georreferenciados integrados ao SISDAC na doutrina de Artilharia de Campanha brasileira, com ênfase nos subsistemas Direção e Coordenação de Tiro e Linha de Fogo. Para isso, foram utilizados os resultados obtidos de duas pesquisas de campo, uma no 5º GAC AP, com a presença da VBCOAP M109A5+BR, e outra na Seção de Simulação (Seç Sml) da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN), durante os exercícios de adestramento do Simulador de Apoio de Fogo (SIMAF) em 2023, comparando os meios convencionais de Central de Tiro com os meios do SISDAC, além de entrevistas com especialistas. Os resultados obtidos foram comparados com a doutrina dos exércitos dos Estados Unidos da América e França. Como conclusão, foi observada a possibilidade de atualização da doutrina brasileira frente ao avanço tecnológico trazido por esses sistemas, havendo necessidade de estudos nos demais subsistemas da Artilharia do Exército Brasileiro.

Palavras-chave: SISDAC. SIMAF. Doutrina. Artilharia. Georreferenciamento.

ABSTRACT

Of the recent modernizations in the Brazilian Army's Artillery, two stand out when compared to the international context. The acquisition of howitzers equipped with georeferenced systems, such as the M109A5+BR, combined with the Fire Direction Center computerized through the Digitized Field Artillery System (SISDAC), creates an opportunity for updating the employment doctrine of Field Artillery. This objective of this article is to discuss the impact of using georeferenced kinetic vectors integrated with SISDAC on the Brazilian Field Artillery doctrine, with an emphasis on the Fire Direction and Coordination as well as the Line of Fire subsystems. To achieve this, results were drawn from two field studies: one conducted at the 5th Self-Propelled Field Artillery Group (5º GAC AP), featuring the M109A5+BR self-propelled howitzer, and the other at the Simulation Section (Seç Sml) of Agulhas Negras Military Academy (AMAN) during 2023 Fire Support Simulator (SIMAF) training exercises. The research compared conventional Fire Direction Centers with SISDAC-based systems and included interviews with experts. The findings were then compared with the doctrines of the United States and French armies. In conclusion, the study observed the possibility of updating the Brazilian doctrine in light of the technological advancements brought by these systems, highlighting the need for further studies on other subsystems within the Brazilian Army's Artillery.

Keywords: SISDAC. SIMAF. Doctrine. Artillery. Georeferencing.

Igor Yahnn Neves de Carvalho
Academia Militar das Agulhas Negras – AMAN, Resende, RJ, Brasil
Email: igorync@gmail.com
ORCID:
<https://orcid.org/0009-0001-9286-8098>

Rafael Ferraz Pinto
Academia Militar das Agulhas Negras – AMAN, Resende, RJ, Brasil
Email: rferrazp@gmail.com
ORCID:
<https://orcid.org/0009-0000-8473-0614>

Gabriel Ribeiro Constante
Academia Militar das Agulhas Negras – AMAN, Resende, RJ, Brasil
Email: gabrielconstante13@gmail.com
ORCID:
<https://orcid.org/0009-0008-0273-8902>

| | |
|-------------------------|--------------|
| Received: | 03 Oct 2024 |
| Reviewed: | Oct/Nov 2024 |
| Received after revised: | 26 Nov 2024 |
| Accepted: | 05 Dec 2024 |



RAN

Revista Agulhas Negras
eISSN (online) 2595-1084

<http://www.ebrevistas.eb.mil.br/aman>



<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0>



1 Introdução

O conflito entre a Rússia e a Ucrânia, iniciado em 22 de fevereiro de 2022, é um lembrete da relevância da Função de Combate de Fogos. O uso combinado de artilharia, drones e georreferenciamento no campo de batalha demonstrou sinergia e impacto tático. O trabalho para descentralizar os meios e centralizar os fogos foi realizado pelas Forças Armadas da Ucrânia, contribuindo para sua resiliência no conflito (Waack, 2022).

Com o objetivo de descentralizar os meios e centralizar os fogos, em 2019, o Exército Brasileiro introduziu a Viatura Blindada de Combate Obuseiro Autopropulsado (VBCOAP) M109A5+BR como material de dotação dos 3º e 5º Grupos de Artilharia de Campanha Autopropulsado. Essa aquisição, além de proporcionar maior alcance, flexibilidade, capacidade de coordenação e de integração, possui a tecnologia do georreferenciamento, cuja principal vantagem é a capacidade de obter e transmitir coordenadas precisas de sua posição e direção, além de receber informações para execução do tiro (Brasil, 2015).

Nesta oportunidade, foi introduzido o Sistema Digitalizado de Artilharia de Campanha (SISDAC), que coordena o tiro desde o pedido do Observador Avançado até o Obuseiro, podendo ser integrado à VBCOAP M109A5+BR. Uma das grandes vantagens do SISDAC é proporcionar o trabalho da Central de Tiro Informatizada, garantindo a máxima rapidez na execução das missões de tiro de Artilharia por intermédio de meios digitalizados (Brasil, 2023b).

Tendo como base o exposto acima, este artigo tem por objetivo discutir o impacto do uso de vetores cinéticos georreferenciados integrados ao SISDAC na doutrina de Artilharia de campanha brasileira, com ênfase nos subsistemas Direção e Coordenação de Tiro e Linha de Fogo, garantindo desse modo, que ela acompanhe o desenvolvimento tecnológico e possibilite o uso pleno desses meios.

Este artigo é baseado em uma pesquisa de mestrado da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO) aprovada pelo Comitê de Governança daquela Instituição de Ensino (Constante, 2024), ocasião em que foram realizadas duas pesquisas de campo. A primeira foi realizada em 2020 com o 5º GAC AP. A segunda foi desenvolvida pela Seção de Simulação (Seç Sml) da Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) com 12 Grupos de Artilharia de Campanha (GAC) que participaram do Exercício de Adestramento do Simulador de Apoio de Fogo (SIMAF) utilizando os meios convencionais de central de tiro e os meios informatizados do SISDAC. Junto a esta última, um questionário foi realizado com os militares participantes da atividade. Além das pesquisas, foram realizadas entrevistas com especialistas.

O artigo é relevante por discutir o uso de tecnologias de georreferenciamento e sistemas digitalizados na Artilharia de Campanha, avaliando seu impacto na doutrina militar atual prescritas



nos manuais EB70-MC-10.360 e EB70-MC-10.361 (Brasil, 2020 e 2021). Contribui para o Plano Estratégico do Exército 2024-2027 (Brasil, 2024) e a modernização do Sistema Operacional Militar Terrestre (SISOMT), conforme a Diretriz 6 do Comandante do Exército (Brasil, 2023a).

2 Referencial Teórico

A Artilharia do Exército Brasileiro desempenha um papel vital no apoio aos elementos de manobra por meio de fogo indireto, através da atuação integrada dos seus subsistemas. Nos próximos parágrafos, será apresentada a sua forma de emprego, com ênfase no trabalho de reconhecimento, escolha e ocupação da posição. Na sequência, será abordada a função da Central de Tiro e como o uso de equipamentos informatizados moderniza a direção e controle do tiro. Por fim, o texto abordará dois importantes sistemas: o Sistema de Navegação e Controle de Tiro do obuseiro M109A5+BR, que inclui tecnologias avançadas de georreferenciamento, e o SISDAC, que atua com a direção e coordenação do tiro de Artilharia. Além disso, serão apresentadas as doutrinas da Artilharia de Campanha americana, tendo como base o obuseiro *M109A6 Paladin*, bem como a doutrina de Emprego da Artilharia de Campanha francesa tendo como base o obuseiro *CAESAR*, pois ambos os obuseiros possuem a tecnologia de georreferenciamento.

2.1. A Artilharia de Campanha

A Artilharia é a arma do Exército Brasileiro responsável por apoiar pelo fogo os elementos de manobra, lançando projeteis em longas distâncias através de cálculos de tiro e de balística. É dividida em subsistemas, os quais atuam integrados para garantir a realização de fogos para atingir o objetivo. Os subsistemas são: Linha de Fogo, Observação, Busca de Alvos, Topografia, Meteorologia, Comunicações, Logística, Direção e Coordenação de Tiro (Brasil, 2019).

2.2. Emprego da Artilharia de Campanha

O cumprimento da missão da Artilharia de Campanha requer um planejamento bem elaborado. Para isso, os elementos de um Grupo de Artilharia de Campanha (GAC) executarão o planejamento dos trabalhos, a fim de garantir o apoio de fogo da manobra, considerando as possíveis posições, as comunicações, a ordem de movimento, além de outros fatores (Brasil, 2021).

No que se refere ao Reconhecimento, Escolha e Ocupação da Posição (REOP), abordado pelo Manual EB70-MC-10.361, a abordagem tradicional não considera materiais georreferenciados. Isso resulta na manutenção das práticas tradicionais de ocupação de posição e pontaria das peças, bem como na dispersão clássica entre elas, que será abordada abaixo.

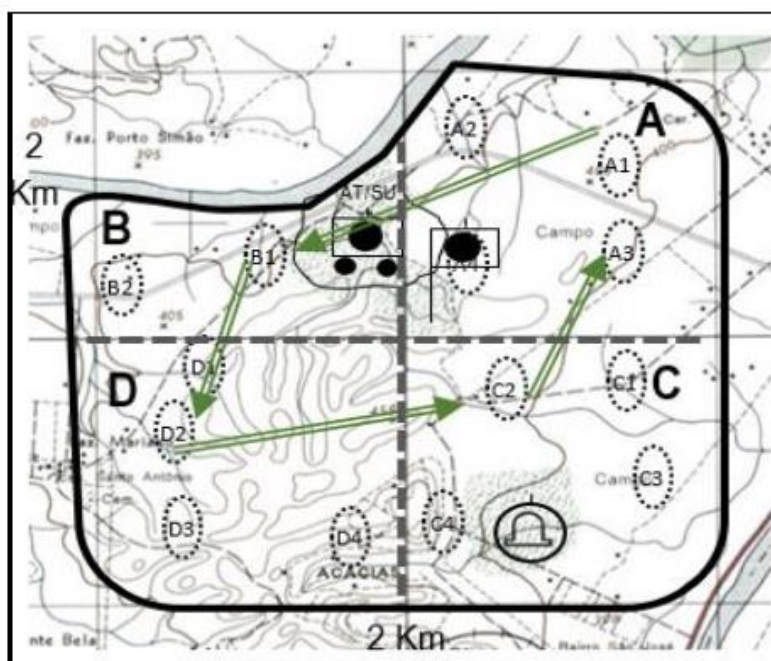


Conforme o Capítulo III do manual citado anteriormente, ao desdobrar seus meios em uma área para uma manobra de Bateria de Obuses (BO), o Comandante de Bateria de Obuses (Cmt BO) seleciona a Região de Procura de Posição (RPP). Nesse contexto, ele divide a RPP em quadrantes, determinando as possíveis posições de cada órgão de sua subunidade. A Área de Trens da subunidade (AT/SU), o Posto de Comando de Bateria (PC Bia), a Central de Tiro de Bateria (C Tir BO) e o Depósito de Munições (Dep Mun) ocupam posições diferentes da Linha de Fogo (LF), dando prioridade a uma posição central entre os quadrantes (Brasil, 2021).

Dando enfoque à ocupação de posição, a LF ocupa uma posição que permite a dispersão de seus órgãos e a camuflagem, quando possível. As peças da LF, que podem ser quatro ou seis, ocupam posição dando a distância de 30 ou 50 metros entre si referente ao diâmetro de ação da granada 105 ou 155mm. Isso representa para a LF a quatro peças de obuseiros autopropulsados uma distância de 150 a 250 metros entre as peças mais afastadas e, no caso de seis peças, 250 metros, sendo o elemento mais distante a Linha de Viaturas da BO, posicionada até 500 metros da LF (Brasil, 2021).

A Figura 1, extraída do Manual de REOP, exemplifica a RPP de uma Bateria Autopropulsada. (BO AP), em que as posições da LF estão indicadas pelas letras maiúsculas e números, como por exemplo A1, A2, A3, B1, B2, B3 de acordo com cada quadrante utilizado.

Figura 1: Região de Procura de Posição de Bateria Autopropulsada



Fonte: Brasil, 2021

No entanto, a utilização de meios georreferenciados, aliados ao SISDAC poderia eliminar a necessidade de posicionar elementos como a C Tir BO e o PC BO próximos à Linha de Fogo, uma



vez que único fator limitante da distância entre os órgãos seria o alcance dos meios de comunicação para manter o enlace de fonia e dados entre os elementos da Bateria de Obuses.

Além disso, a manobra da Bateria no interior da posição seria impactada pela maior dispersão do material, limitando a quantidade de posições de troca dentro de uma RPP. O objetivo principal dessa manobra de Bateria, abordada no capítulo 3.11, é evitar fogos de contrabateria (Brasil, 2021b).

2.3. A Central de Tiro

O capítulo IV do Manual C6-40 Volume 1 - Técnica De Tiro De Artilharia De Campanha apresenta a Central de Tiro. Trata-se de um órgão do PC, quando da C Tir de Grupo, e da Linha de Fogo, quando da C Tir de Bateria, cuja responsabilidade é o controle e a direção do tiro (Brasil, 2001). A seleção do controle da missão entre a C Tir Gp ou a C Tir Bia será feita conforme a missão tática. Quando o grupo estiver centralizado, o controle da missão será da C Tir Gp, e, nos casos de atuação descentralizada de uma bateria, o controle será da C Tir Bia (Brasil, 2020).

O manual aborda ainda a utilização de equipamentos informatizados na C Tir, citando que podem ser utilizados para a solução balística e geométrica dos materiais de Artilharia. Porém, não especifica os detalhes dessa utilização (Brasil, 2001).

Ainda, embora os meios de direção e cálculo de tiro sejam diferentes, a operação básica de C Tir Informatizada é semelhante à de C Tir tradicional, pois os princípios do fluxo de dados de processamento da missão e das verificações independentes permanecem aplicáveis e necessários na C Tir Informatizada (USA, 2016).

2.4. Sistemas informatizados na Artilharia

Serão abordados dois sistemas importantes para a modernização da Artilharia. O primeiro é o Sistema de Navegação e Controle de Tiro presente no M109A5+BR e, o segundo, o Sistema de Digitalizado da Artilharia de Campanha (SISDAC), desenvolvido pela Indústria de Material Bélico do Brasil (IMBEL).

O Obuseiro M109A5+BR possui um sistema de pontaria e georreferenciamento chamado *Navigation And Fire Control System* (NAFCOS), cuja finalidade é tornar a peça totalmente independente e capaz de prover a navegação e informações de pontaria para os operadores. Ele dispõe de GPS e de um sistema de navegação inercial, que permitem a obtenção de coordenadas precisas para o deslocamento até a ocupação de uma posição de tiro, e também, o controle da direção para realizar a pontaria de maneira rápida e independente (Kearfott, 2012).

Ainda, o Obuseiro M109A5+BR possui as seguintes características que interagem diretamente com o SISDAC, que são o Radar da velocidade inicial, além de Sistema de rádio e intercomunicação



com capacidade de envio e recepção de dados, que torna viável a integração (USA, 1994 e USA, 2019).

O SISDAC é um sistema computadorizado de Comando e Controle com o foco na Função de Combate Fogos. Seu emprego representa o aumento na precisão, velocidade de processamento de dados, e aumenta a consciência situacional do campo de batalha (Brasil, 2023b). É composto por cinco módulos, que são disponíveis ao Observador Avançado (OA), ao Oficial de Ligação (O Lig), às C Tir de Grupo e C Tir de Bateria e, por fim, ao módulo Linha de Fogo. Esses módulos permitem que o OA, encontre um alvo e rapidamente solicite a missão de tiro pelo sistema à C Tir, que realizará a coordenação da missão, designando a SU e realizando o cálculo dos dados para enviar o comando de tiro à Linha de Fogo. Os dados, calculados pelo próprio sistema, são repassados às Peças pelo CLF e rapidamente a missão é cumprida. Tudo isso de maneira simples através do cálculo de tiro digitalizado (IMBEL, 2022).

Nota-se que o Obuseiro M109A5+BR, dotado de rapidez e precisão fornecidos pelo seu georreferenciamento, em conjunto com o SISDAC, tem a capacidade de apoiar pelo fogo de maneira oportuna e contínua, com a centralização da Unidade e distribuindo seus módulos conforme as necessidades táticas. Para viabilizar a atuação em conjunto, optou-se pelo meio de comunicações Rádio VHF RF-7800V Falcon III que transmite voz e dados, além dos intercomunicadores SOTAS da empresa THALES (Silva, 2021).

Por fim, as tecnologias incorporadas ao obuseiro M109A5+BR permitem alterar a configuração da Área de Posição, possibilitando uma maior dispersão entre as peças, com distâncias que podem variar de 200 a 1000 metros (Bridi, 2013).

2.5. A Doutrina de Emprego da Bateria de Tiro Autopropulsada M109A6 Paladin do Exército Norte Americano

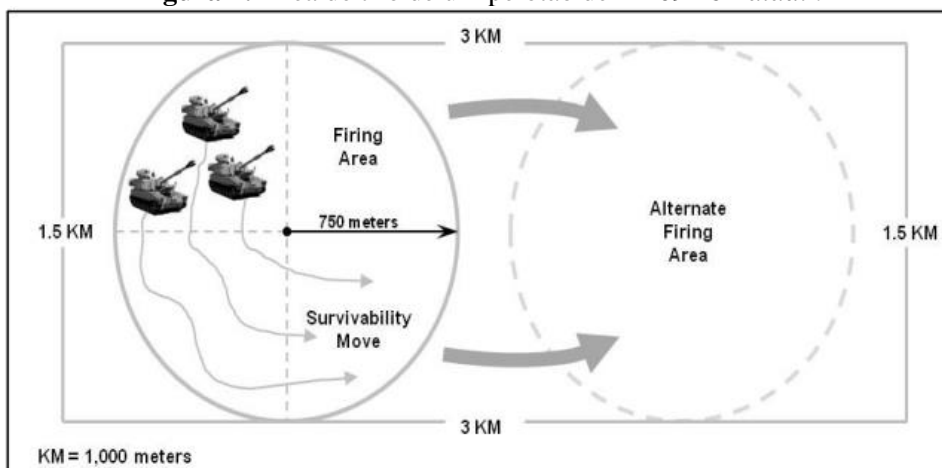
Com o objetivo de aprofundar o assunto, torna-se necessário verificar como são empregados os materiais georreferenciados em outros países. Tendo em vista que o Obuseiro M109A6 *Paladin* possui características semelhantes ao M109A5+BR, serão apresentadas considerações a respeito da doutrina americana de uso desse material. Serão utilizados como materiais de referência os Manuais ATP 3-09.70 *Palladin Operations* (USA, 2015) e TC 3-09.81 *Field Artillery Manual Cannon Gunnery* (USA, 2016).

Na atuação da bateria, as operações ocorrem de maneira descentralizada. Sua constituição é o Posto de Comando (PC), dois Pelotões de Tiro, Seção de Suprimento, duas Seções de Munição. Cada Pelotão de Tiro consiste em seções de obuseiros, Posto de Comando do Pelotão e Centro de Direção de Tiro (USA, 2015).

As C Tir são informatizadas e equipadas pelo sistema de dados tático avançado da artilharia de campanha chamado *Advanced Field Artillery Tactical Data System (AFATDS)*, que faz a interface entre o PC do Batalhão e os obuseiros. Cada pelotão possui seu Centro de Direção de Tiro, o que permite ao pelotão atuar separadamente. É possível, ainda, que o pelotão atue dividido. Nesse caso, será designado um chefe de peça responsável. Tal situação ocorre quando o risco de fogo de contrabateria é alto. O Centro de Direção de Tiro de Pelotão acumula as funções técnicas e táticas, sendo o elo entre o Comandante de Bateria, Comandante de Pelotão e os obuseiros (USA, 2015).

A Figura 2 apresenta a área de tiro de um pelotão de M109A6 Paladin, dividida em quatro quadrantes. Os quadrantes estão separados como área de tiro e área de movimento de sobrevivência, nas quais o Pelotão se movimenta, conforme representado pelas setas.

Figura 2: Área de tiro de um pelotão de M109A6 *Paladin*



Fonte: USA, 2015

2.6. A Doutrina de Emprego da Bateria de Tiro Autopropulsada CEASAR

No mesmo sentido, o Obuseiro CEASAR, também possuidor do sistema de georreferenciamento, será abordado para apresentar a doutrina francesa, observada no Manual *D'emploi des Unités Équipées du Système D'armes CEASAR N° 30.211* e no Manual *DFT ART 3.2: Doctrine D'Émloi de L'artillerie Sol-Sol*. Neles, observa-se que as baterias são compostas de 1 a 3 seções e cada seção é composta de duas a seis peças. Uma Bateria de Artilharia normalmente possui duas seções equipadas com *Automatisation des tirs et des liaisons de l'artillerie sol-sol (ATLAS)*, que, de acordo com tradução nossa, corresponde ao Sistema de Automação de Disparos e Conexões de Artilharia Terra-Terra. A unidade de emprego mínima de emprego autônoma é uma Seção com duas peças controladas por uma Central de Tiro (France, 2012; France, 2016).

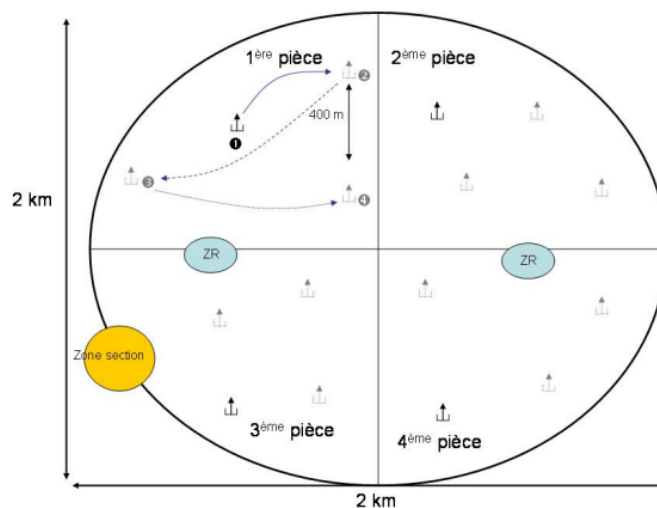
A utilização da Central de Tiro informatizada permite à Bateria utilizar diversas posições de tiro, desde a posição linear clássica, em que quatro obuseiros ocupam uma mesma área com dispersão



mínima, a posição em pares de peças, em que a Bateria pode ser dividida para que as peças ocupem duas áreas diferentes, bem como a posição individual com peças isoladas, em que se obtém a maior descentralização possível dos meios, com a peça distante até 1.000 metros da C Tir. Vale ressaltar que a utilização de cada uma dessas posições dependerá dos fatores externos, como terreno, inimigo, logística e população civil (France, 2012).

A mudança de posição pelo método em peças isoladas está apresentada abaixo na Figura 3. Nela, cada quadrante representa a área de entrada em posição de cada peça. Dentro do quadrante, cada peça é representada pela seta e a posição que cada peça pode ocupar é representada pelos números 1, 2, 3 e 4.

Figura 3: Mudança de posição pelo método em peças isoladas



Fonte: France, 2012

3 Percurso Metodológico

Este artigo é baseado em uma pesquisa de mestrado da Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais (EsAO) e busca apresentar a integração do meio georreferenciado com a Central de Tiro informatizada, apresentando a dinâmica de trabalho desses componentes e suas possibilidades (Constante, 2024).

Para tanto, foi realizada a pesquisa bibliográfica sobre a doutrina atual de emprego da Artilharia do Exército Brasileiro, bem como da doutrina de exércitos de outros países, entre eles, Estados Unidos da América e França. Também foi feita a revisão sistemática da literatura em busca de estudos anteriores sobre o tema nas plataformas *Google Scholar* e Biblioteca Digital do Exército.



Foram realizadas entrevistas não estruturadas com o objetivo de elucidar o tema e complementar a pesquisa bibliográfica, buscando conhecimento com especialistas em assuntos técnicos e táticos aplicados à Artilharia de Campanha tanto do Brasil quanto de Israel e da França. Os entrevistados foram escolhidos com base na relevância do conhecimento do militar em vetores cinéticos georreferenciados e sistemas de controle e direção de tiro informatizados, sua experiência em operações reais (guerras), experiência no desenvolvimento de sistemas, contribuição para a doutrina do Exército e experiência como Gerente do Subprograma Artilharia de Campanha (SPrg SAC). Os entrevistados foram: Tenente Coronel de Artilharia do Exército de Israel Koretzki Tzvi, engenheiro mecânico, gerente de vendas *HLS and Land Systems/ Controp Precision Systems*; General de Artilharia (reserva) do Exército de Israel Arie Mizrachi, presidente do Grupo ARMAZ; General de Brigada Moises da Paixão Júnior, Comandante da Artilharia de Exército do EB e gerente do SPrg SAC; Coronel Engenheiro de Computação Edmundo Lopes Cecílio, sócio da empresa Sigma Delta Tecnologia; Coronel de Artilharia Pedro Barboza de Souza Filho, formulador de doutrina do Centro de Doutrina do Exército; e Tenente Coronel de Artilharia do Exército Francês Fabien STASSINET, aluno da *École de Guerre* do Exército Francês.

Duas pesquisas de campo também foram realizadas. A primeira, de caráter qualitativo, foi realizada pelo 5º Grupo de Artilharia de Campanha, em Curitiba-PR, e visou avaliar o impacto do uso de meios georreferenciados no adestramento de uma subunidade daquela Organização Militar (OM), em 2020. Foi realizada sem os meios informatizados de Direção e Coordenação de Tiro e focou no Subsistema Linha de Fogo (Assis, 2020).

Já a segunda pesquisa, de caráter quantitativo, visou avaliar o impacto do uso do SISDAC na Doutrina de Emprego, focando no Subsistema Direção e Coordenação de Tiro. Teve como amostra 12 Unidades de Artilharia - 1º GAC SI; 2º GAC L; 8º GAC PQDT; 10º GAC SI; 11º GAC; 12º GAC; 14º GAC; 17º GAC; 18º GAC; 20º GAC L; 31º GAC (Es); e 32º GAC - que participaram da semana de Exercício de Adestramento do SIMAF na Seção de Simulação da AMAN, em Resende-RJ no ano de 2023. Antes do início das atividades, foi feita uma capacitação para os militares que iriam operar o SISDAC. Na pesquisa, foram realizadas duas missões de Tiro Sobre Zona (TSZ). Primeiro, sem o SISDAC e, posteriormente, com o sistema. A avaliação ocorreu tanto no início quanto no final da semana, gerando dois conjuntos de amostras que foram analisadas através de estatística descritiva e inferencial (Constante, 2024).

Por fim, na segunda pesquisa de campo foi aplicado um questionário aos militares que exerceram funções no Subsistema Linha de Fogo e Direção e Coordenação de Tiro na semana de adestramento. A amostra foi composta de 62 militares e o objetivo foi avaliar a percepção dos usuários sobre a qualidade e usabilidade dos terminais do SISDAC. O questionário foi estruturado e aplicado através do *Google Forms* e precedido de um Termo de Consentimento e Confidencialidade, além de



ter sido validado por dois militares especialistas da Seção de Simulação da AMAN antes de sua aplicação. Foi usada a escala *Likert* para análise dos resultados.

Nas referidas análises, foram estabelecidas como Variáveis Independentes (VI) o emprego de meios georreferenciados e o uso de sistemas digitalizados de direção de tiro, considerando se seu uso exerce um impacto significativo sobre as Variáveis Dependentes (VD), que são os impactos doutrinários na Artilharia de Campanha, especificamente nos subsistemas Linha de Fogo e Direção e Coordenação de Tiro.

Os indicadores da VD da primeira pesquisa de campo (Impacto doutrinário no emprego da Artilharia de Campanha no subsistema Linha de Fogo) foram: Organização, Funções, Emprego e REOP. Já os indicadores da VD da segunda pesquisa de campo (Impactos doutrinários no emprego da Artilharia de Campanha no subsistema Direção e Coordenação de Tiro) foram: Organização, Funções, Emprego e Táticas Técnicas e Procedimentos.

Os dados obtidos das diversas fontes nesse trabalho foram estudados e comparados com os resultados para avaliar o uso de materiais de Artilharia com meios georreferenciados e a necessidade de a C Tir utilizar meios informatizados para o cálculo do tiro. Esses resultados serão apresentados no próximo capítulo. Para a confecção do estudo estatístico foram utilizados os programas para análise estatística (*The Jamovi Project, 2024*) e (*R Core Team, 2024*).

4 Resultados e Discussões

Abaixo serão apresentados os resultados obtidos das entrevistas e das pesquisas realizadas. Em seguida, as discussões sobre o assunto serão listadas, comparando os resultados encontrados com os dados colhidos no referencial teórico.

4.1. Resultados

Encontram-se abaixo os resultados obtidos por meio das entrevistas realizadas com especialistas de Israel, França e Brasil e os resultados das duas pesquisas de campo realizadas, sendo a primeira sobre o uso de meios georreferenciados e a segunda sobre o uso do SISDAC.

4.1.1. Entrevistas

Das entrevistas realizadas na pesquisa de mestrado da EsAO, foram consultados especialistas de Israel, França e Brasil. Nos parágrafos abaixo serão apresentados os principais pontos abordados por eles, visando ao emprego da Central de Tiro informatizada e à Linha de Fogo dotada de meios georreferenciados.



Com relação às entrevistas com os especialistas israelenses, Tenente Coronel Koretzki Tzvi e General de Brigada Arie Mizrachi, foram verificados os seguintes conceitos sobre o uso de meios georreferenciados integrados com sistema digitalizado de direção de tiro: o Exército Israelense utiliza obuseiros georreferenciados que possuem navegação inercial e eles se apontam sozinhos; além disso, não há a necessidade de um oficial para a pontaria das peças. Outra informação importante é que nas posições de tiro, permanecem apenas as peças, a Central de Tiro com a equipe técnica e o Comandante de Bateria. Por fim, apurou-se que o restante dos órgãos da BO fica a uma distância razoável da linha de fogo para evitar fogos de contrabateria (Constante, 2024).

Já com relação à entrevista feita com o militar do exército francês, Tenente Coronel Fabien Stassinnet, foi verificado que, na Artilharia do Exército Francês, a prioridade é a atuação da C Tir sempre informatizada através do sistema ATLAS. Em caso de falha da transmissão de elementos de tiro por meio de pacote de dados, o método passa a ser fonia. Outro ponto observado foi que os meios são georreferenciados e informatizados, capazes de atuar descentralizados e dispersos (Constante, 2024).

Já com relação às entrevistas feitas com os especialistas brasileiros, foram entrevistados o Coronel da Reserva Edmundo Lopes Cecílio e o General de Brigada Moises da Paixão Júnior. Nas respostas, verificou-se que a integração do SISDAC com os meios georreferenciados é viável. Foi evidenciado que o sistema contempla até o nível Brigada. Já em relação ao Subprograma Sistema de Artilharia de Campanha (SPrg SAC) aprovado pela Portaria Portaria nº 514 – EME, de 11 de dezembro de 2017, observou-se que os objetivos a curto prazo são substituir os equipamentos de meteorologia e da Bia de Busca de Alvos, bem como equipar as Artilharias Divisionárias com material mais moderno. Ainda sobre o SAC, destaca-se que as iniciativas em curso são a obtenção do obuseiro autopropulsado sobre rodas que irá dotar três Grupos de Artilharia de Campanha, a modernização dos M109A5 e A3, a implementação gradual do SISDAC e também do radar de contrabateria (Constante, 2024).

4.1.2. Pesquisas de Campo

Os dados obtidos nas pesquisas de campo foram comparados com o Programa Padrão de Adestramento – Artilharia (PPA-ART). Este Programa tem a finalidade de avaliar o adestramento, definindo os padrões coletivos necessários para as subunidades e unidades atingirem os níveis adequados de eficiência operacional e de poder de combate. Nele, encontram-se as condições de execução e os padrões mínimos a serem atingidos pela tropa em cada objetivo, citando inclusive os tempos que o grupamento deve executar cada tarefa (Brasil, 2005).

Com relação à pesquisa feita com o uso de meios georreferenciados, verificou-se que o tempo para a realização da pontaria com o Obuseiro M109A5+BR foi reduzido de 10 para 3 minutos,



representando uma redução de 70% no tempo. Vale ressaltar que esse valor atingiu o padrão mínimo do PPA-ART, que estabelece o padrão de 10 minutos como tempo para realização de uma pontaria inicial de uma Linha de Fogo Autopropulsada (Assis, 2020).

Foi observada uma descentralização das ações, aumentando a autonomia e a relevância do Chefe de Peça, ao reduzir as responsabilidades do Comandante de Linhas e Fogo em aspectos relacionados, principalmente, à pontaria e aos comandos de tiro. No entanto, suas funções foram ampliadas no que tange ao controle, supervisão e direção de tiro (Assis, 2020).

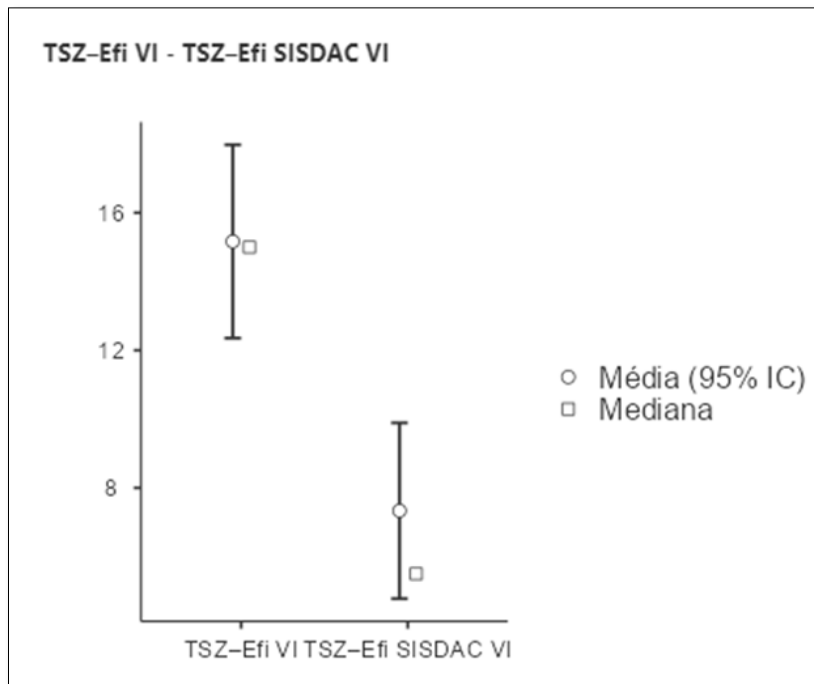
Além disso, identificou-se a necessidade de elaborar um manual sobre os procedimentos relativos ao REOP, bem como sobre os procedimentos relacionados à C Tir Informatizada para o material em questão, devido às suas capacidades de comando, controle e geolocalização (Assis, 2020).

Com relação à segunda pesquisa, feita com o uso do SISDAC e aplicada em doze quartéis, ao final foram gerados dois conjuntos de amostras que foram analisadas por meio de estatística descritiva e inferencial onde verificou-se que a utilização de meios informatizados, no caso o SISDAC, reduziu o tempo de execução da atividade Tiro Sobre Zona (TSZ) em aproximadamente 47% para ambos os conjuntos de amostras (antes e depois da semana de adestramento). Os conjuntos de amostras tiveram comprovada sua distribuição normal através do teste Shapiro-Wilk p-valor maior que 0,05 e teve significância estatística através do teste T-pareado ($t(12) = 11,0$; $p = 0,001$ e ; $p = 0,002$) com ($p \leq 0,05$). Dessa forma, verificou-se que a utilização do SISDAC reduziu o tempo de execução. Os indicadores analisados foram: organização, funções, emprego e Técnicas Táticas e Procedimentos (TTP). Por meio desses indicadores, foram observadas possibilidades de alterações doutrinárias devido ao uso da nova tecnologia (Constante, 2024).

Seguem abaixo os gráficos descritivos com as amostras (atividade do Tiro Sobre Zona) do início e final da semana de adestramento sem e depois com o uso do SISDAC, onde constam a média, mediana e desvio padrão dos dois conjuntos de amostras (Gráfico 1 e 2).

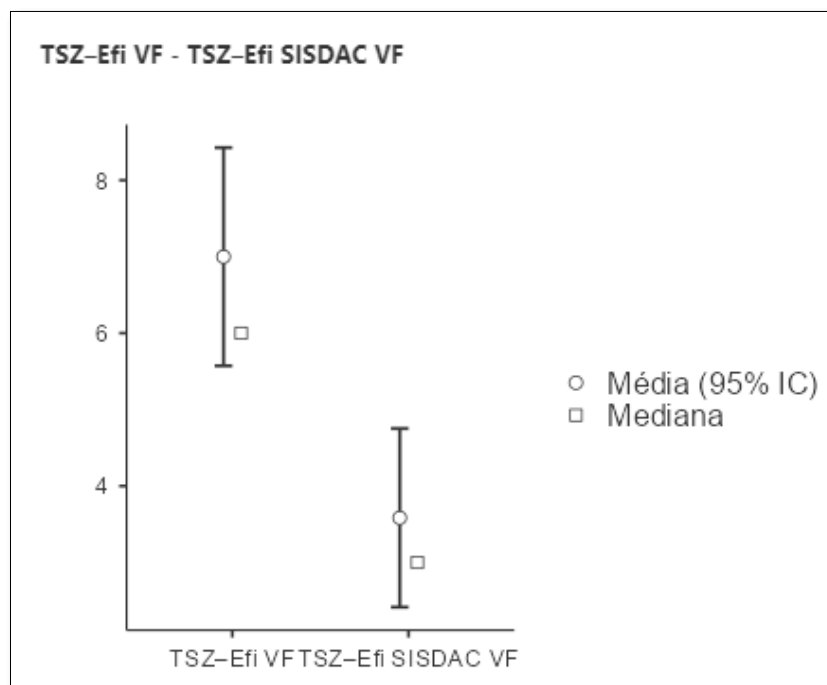


Gráfico 1: Descritivo das amostras antes da semana de adestramento sem e com o uso do SISDAC



Fonte: Constante, 2024

Gráfico 2: Descritivo das amostras depois da semana de adestramento sem e com o uso do SISDAC



Fonte: Constante, 2024

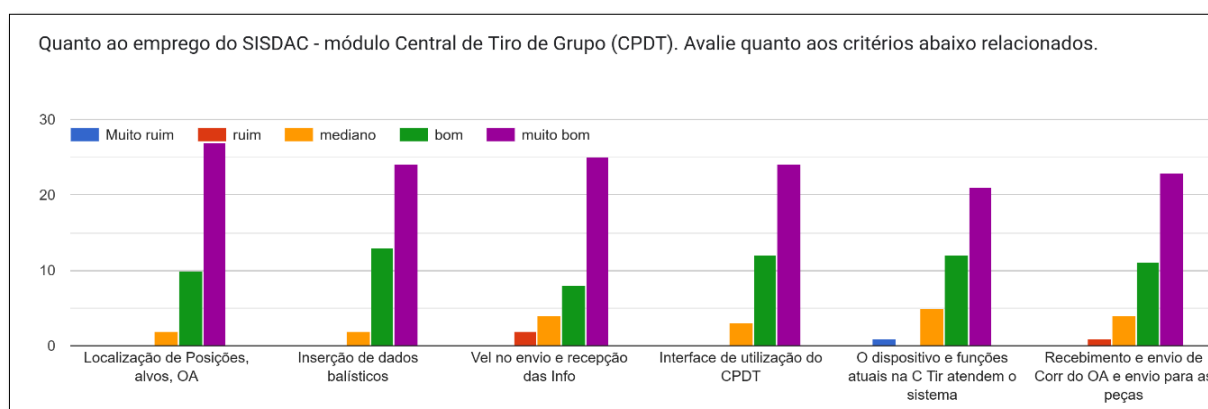
Ainda, em relação à 2ª Pesquisa de Campo, foi aplicado um questionário aos 62 militares de diferentes quartéis que participaram da semana de adestramento no SIMAF em 2023, dos Subistemas

Observação; Linha de Fogo; e Direção e Coordenação de Tiro, a partir do qual foram observados os resultados abaixo (Constante, 2024).

Para avaliação do terminal do SISDAC utilizado pelos militares participantes da Semana de Adestramento, foram observados seis quesitos: localização da posição dos alvos do Observador Avançado; inserção de dados balísticos; velocidade no envio e recepção das informações; interface de utilização; Dispositivo e funções atuais atendem o sistema; e Recebimento e envio das correções do OA e envio para as peças. Os dados estão apresentados abaixo no Gráfico 3. Em todas as avaliações, a consideração sobre o dispositivo utilizado foi boa (4) ou muito boa (5) nas cinco opções apresentadas dentro da escala de Likert (Constante, 2024).

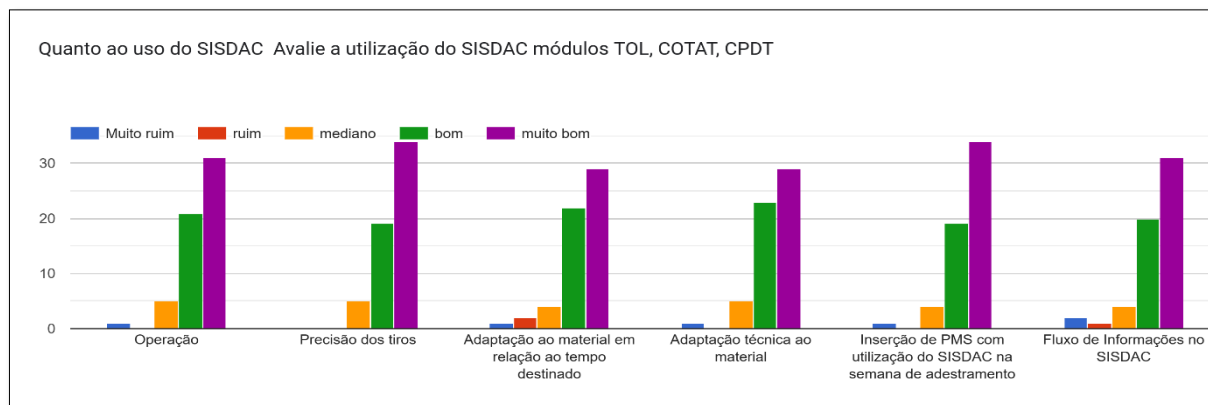
A respeito da necessidade de melhoria e/ou modificação da C Tir Informatizada, mesmo considerando que para os militares participantes foi o primeiro contato com o SISDAC, 41% já acreditam que seja necessário adaptar/melhorar a distribuição de pessoal e funções devido à implementação do SISDAC. Ainda sobre esse assunto, 38,5% acreditam ser necessário uma modificação/melhoria do terminal CPDT que estavam usando (Constante, 2024).

Gráfico 3: Avaliação de uso do terminal CPDT no Subsistema Direção de Tiro



Fonte: Constante, 2024.

Por fim, em uma avaliação do SISDAC como um todo, considerando todos os seus terminais e o fluxo completo das informações do OA até a execução do tiro pelo obuseiros, foi questionado sobre a Operação, Precisão dos Tiros, Adaptação ao material em relação ao tempo destinado, utilização do SISDAC durante o adestramento e Fluxo de informações, 80% dos participantes consideraram o SISDAC muito bom (5) ou bom (4) nos quesitos apresentados dentro da escala de *Likert*. Os dados estão apresentados abaixo no Gráfico 4 (Constante, 2024).

**Gráfico 4:** Gráfico de avaliação dos terminais do SISDAC utilizados na semana de adestramento do SIMAF

Fonte: Constante, 2024

Com base nos resultados acima apresentados, juntamente com a revisão da literatura, foram analisadas as Variáveis Dependentes Impactos doutrinários na Artilharia de Campanha, especificamente nos subsistemas Linha de Fogo e Direção e Coordenação de Tiro tendo como base os indicadores de cada uma dessas variáveis.

4.2. Discussões

Dos resultados abordados acima, cabe ressaltar que as informações obtidas pelas diversas fontes, tanto bibliográficas quanto entrevistas e pesquisas de campo, se complementam em diversas oportunidades. A combinação dessas informações será apresentada nos próximos parágrafos.

Em comparação com a doutrina de emprego de outros exércitos, tanto americana quanto francesa e também israelense, o meio georreferenciado atua integrado com a C Tir informatizada. Essa integração é fundamental para entender a possibilidade de atualização da Doutrina da Artilharia de Campanha do Exército Brasileiro, uma vez que, atualmente o obuseiro M109A5+BR integrado com o SISDAC já é de dotação dos 3º e 5º Grupos de Artilharia de Campanha. Além disso, a aquisição do obuseiro sobre rodas e a modernização de viaturas M109A3 e A5 pelo SPrg SAC aumenta a possibilidade de a doutrina brasileira ser modernizada, uma vez que mais Unidades de Artilharia serão dotadas com essas tecnologias. Essa modernização torna a atualização da doutrina extremamente relevante para que o emprego desses materiais seja realizado em sua capacidade máxima, como ocorre nos países supracitados (Constante, 2024).

Para que isso ocorra, sugere-se um estudo detalhado na ocupação de posição com os órgãos da Bia com dispersão acima do que prevê o Manual de REOP EB70-MC-10.361. Tendo como base as doutrinas dos outros países estudados, as peças georreferenciadas aliadas à C Tir Informatizada têm condições de aumentar sua dispersão além dos 250 metros convencionais de uma frente de Bia



155mm. O único fator limitante seria o alcance dos meios de comunicações para manter o enlace de fonia e dados entre os elementos da Bateria de Obuses.

Com os obuseiros georreferenciados integrados com a C Tir Informatizada, uma missão de tiro cumprida por uma Bateria de Obuses a quatro ou seis peças poderia ser realizada tendo cada peça situada em uma posição diferente, não havendo necessidade de um oficial para a pontaria das peças. Uma guarnição utilizando o sistema *NAFCOS*, que integra o M109A5+BR, é capaz de apontar uma peça em 3 minutos sem trabalhos externos à peça, como foi comprovado pelo estudo realizado no 5º GAC AP. Isso torna a ocupação de posição independente de um CLF e permite que os demais órgãos da Bia possam ocupar posições afastadas da linha de fogo e com a autonomia do Chefe de Peça em controlar a pontaria e executar uma missão de tiro de sua peça quando ordenado pelo CLF.

Ainda com esses dados, provou-se viável que o Exército Brasileiro possa adotar as doutrinas de atuação da LF dividida em seções, com duas ou três peças. Porém, para isso, a C Tir BO deve possuir condições também de atuar com duas seções em simultâneo, como ocorre no exército francês. A pesquisa realizada no SIMAF apresentou respostas alinhadas a isso, citando que 41% dos entrevistados, que já no primeiro contato com o SISDAC durante a Semana de Adestramento do SIMAF acreditam que será necessário adaptar/melhorar a distribuição de pessoal e funções devido a implementação do sistema na C Tir Informatizada.

Todas essas informações são importantes para agregar diversas capacidades à BO. A dispersão das peças, a rapidez na entrada em posição e o cálculo da missão de tiro aumentam a sobrevivência no combate, uma vez que contribuem para a dispersão, camuflagem e evitam fogos de contrabateria e reduzem a detecção por aeronaves. Para viabilizar essa atualização doutrinária, sugere-se estudos nos demais subsistemas, como Comunicações, Logística e Topografia.

5 Conclusão

O estudo teve como objetivo discutir o impacto do uso de vetores cinéticos georreferenciados integrados ao SISDAC na doutrina de artilharia de campanha brasileira, com ênfase nos subsistemas Direção e Coordenação de Tiro e Linha de Fogo. Foi confirmado por meio da bibliografia, entrevistas e pesquisas de campo que esses meios impactam a doutrina, especialmente nos subsistemas Linha de Fogo, Direção e Coordenação de Tiro.

O estudo utilizou Revisão da Literatura, entrevistas com especialistas e pesquisas de campo, evidenciando uma melhora de 47% no tempo de execução de missões de tiro com o SISDAC e uma redução de 10 para 3 minutos no tempo de pontaria com obuseiros georreferenciados, correspondendo a uma melhora de 70%. Dessa forma, o estudo revelou que o uso de obuseiros georreferenciados e do



Sistema Digitalizado da Artilharia de Campanha (SISDAC) melhoram o tempo de execução e a precisão das missões de tiro, além de aumentar a sobrevivência contra os fogos de contrabateria.

Os indicadores para o Subsistema Linha de Fogo incluíram Organização, Funções, Emprego e REOP, enquanto para o Subsistema Direção e Coordenação de Tiro foram Organização, Funções, Emprego e Técnicas, Táticas e Procedimentos (TTP). Em ambos, foram identificadas necessidades de alterações doutrinárias, reforçadas pelas entrevistas com especialistas, que complementaram o Referencial Teórico e enriqueceram a análise dos resultados.

Em comparação com a doutrina de emprego nos EUA e França, foi observado que a Bateria de Obuses pode ser dividida em pelotões com duas ou três peças, podendo cumprir missões de tiro de forma isolada em cada pelotão. Para isso ocorrer, cada pelotão conta com uma C Tir própria ou uma C Tir BO que possa atuar com dois pelotões/seções em simultâneo. A ocupação de posição pode ser realizada de forma independente, em que cada peça ocupa posições distintas, sem a necessidade de um Oficial para realizar a pontaria. No entanto, a Doutrina Militar Terrestre (DMT) atual não aborda o emprego dessas tecnologias.

Por isso, uma vez que a utilização das tecnologias de georreferenciamento e do SISDAC integrados impactam a Doutrina de Emprego da Artilharia e Campanha, especificamente os Subsistemas Linha de Fogo e Direção e Coordenação de Tiro com base nos indicadores apresentados, recomendam-se atualizações nos manuais de campanha para incorporar as capacidades geradas pelas tecnologias apresentadas, permitindo que sejam utilizadas em sua plenitude, o que aumentará a eficiência e precisão das operações de artilharia.

Ainda, sugere-se investigar o impacto dessas tecnologias nos subsistemas de Comunicações, Logística e Topografia para futuras atualizações doutrinárias. Além disso, os resultados servem como base para futuras pesquisas e para aprimorar a Artilharia de Campanha, visando fortalecer a capacidade de dissuasão do Exército Brasileiro e sua relevância internacional.



Referências

- ASSIS, Ivan Urtado. **5º GAC AP - Relatório de Estudo Doutrinário – REOP com a VBCO AP M109A5+BR**. Curitiba, PR, 2020.
- BRASIL, Exército Brasileiro. **C6-40 - Técnica De Tiro De Artilharia De Campanha - Volume I**. 5ª Ed. Brasília, DF. 2001.
- BRASIL, Exército Brasileiro. **EB70-MC-10.224: Artilharia de Campanha nas Operações**. Brasília, DF. 2019.
- BRASIL, Exército Brasileiro. **EB70-MC-10.361: Reconhecimento, Escolha e Ocupação do Grupo de Artilharia de Campanha**. 1ª Ed. Brasília, DF. 2021.
- BRASIL, Exército Brasileiro. **PPA – ART/1: Adestramento Básico nas Unidades de Artilharia de Campanha (GAC)**. 2ª Ed. Brasília, DF. 2005.
- BRASIL, Exército. **EB70-MC-10.360: Grupo de Artilharia de Campanha**. Ed. Brasília, DF. 2020.
- BRASIL. Estado-Maior do Exército. **Diretriz do Comandante do Exército 2023-2026**. Brasília, DF, 2023a. Disponível em https://www.defesanet.com.br/wp-content/uploads/2023/02/Diretriz-do-Cmt-do-EB-Gen-Tomas_141242FEV23.pdf. Acesso em 25/09/2024.
- BRASIL. Estado-Maior do Exército. **EB 10-P-01.007**. Plano Estratégico do Exército 2024-2027. Brasília, DF, 2024. Disponível em <https://www.ceadex.eb.mil.br/images/PDF/5-PEEx-24-27-APROVADO-Fase-5-do-SIPLEX-24-27>. Acesso em 25/09/2024.
- BRASIL. Estado-Maior do Exército. **Portaria - EME/C Ex Nº 1.146, De 21 De Setembro De 2023**. Aprova a Diretriz de Iniciação do Projeto Sistema Digitalizado da Artilharia de Campanha - SISDAC (EB20-D-04.008) e cria a Equipe para a realização do Estudo de Viabilidade para o Projeto. Brasília, DF, 14 out. 2023b. Disponível em: http://www.sgex.eb.mil.br/sg8/006_outras_publicacoes/01_diretrizes/04_estado-maior_do_exercito/port_n_1146_eme_21set2023.html. Acesso em 25/09/2024.
- BRASIL. Estado-Maior do Exército. **Portaria nº 131-EME, de 22 de junho de 2015**. Diretriz de Implantação do Projeto Viatura Blindada Autopropulsada (VBCOAP) M109A5+BR. BE Nº26. Brasília, DF, 26 jun. 2015. Disponível em http://www.sgex.eb.mil.br/sg8/006_outras_publicacoes/01_diretrizes/04_estado-maior_do_exercito/port_n_131_eme_22jun2015.html. Acesso em 25/09/2024.
- BRASIL. Estado-Maior do Exército. **Portaria nº 514 – EME, de 11 de dezembro de 2017**. Aprova a Diretriz de Iniciação do Subprograma Sistema de Artilharia de Campanha (SPrg SAC) e define responsabilidades pela constituição da equipe que confeccionará o Estudo de Viabilidade (EV) do Subprograma (EB20-D-08.008). Brasília, DF, 11 dez 2017. Disponível em: http://www.sgex.eb.mil.br/sg8/006_outras_publicacoes/01_diretrizes/04_estado-maior_do_exercito/port_n_514_eme_11dez2017.html. Acesso em 25/09/2024.
- BRIDI, André Luis Simião. Alteração da Área de Posição de Baterias de Obuses Diante da Aquisição da VBCOAP M109 A5 PLUS. **AÇÃO DE CHOQUE** n. 11, pg 53, 2013. Disponível em: <http://www.ebrevistas.eb.mil.br/AC/article/view/2967/2410> . Acesso em: 21 de agosto de 2024.
- CONSTANTE, Gabriel Ribeiro. **O Impacto do Uso de Vetores Cinéticos Georreferenciados Integrados ao SISDAC na Doutrina de Artilharia de Campanha Brasileira**. ESAO, 2024.
- FRANCE Ministère de la Défense. Armée de Terre. **DFT ART 3.2: Doctrine DÉmploi de L'artillerie Sol-Sol**. Paris 2016.
- FRANCE, Armée de Terre. **ART 30.211: Manual démploi des unites équipées du systèmes d'armes CEASER**. Paris 2012.



IMBEL, Fábrica de Material de Comunicações e Eletrônica. **Manual do Usuário: Gênese, Computador Tático (CoTat)**. 1. Ed. Rio de Janeiro, RJ. 2022.

KEARFOTT, Guidance & Navigation Division. Corporate Headquarters. **Y250A102 Rev A: User's Guide for The Navigation And Fire Control System Nafcos On The M109a5+ Self Propeled Howitzer**. New Jersey, 2012.

R CORE TEAM. **R: A Language and Environment for Statistical Computing (Versão 4.1)** [Software de computador]. Disponível em: <https://cran.r-project.org/>. Acesso em: 13 fev. 2024.

SILVA, Igor Pereira. **O Emprego do sistema rádio Harris no GAC AP: possibilidades e limitações ante a aquisição da VBCOAP M109 A5+BR**. ESAO, 2021.

THE JAMOVI PROJECT. **Jamovi (Versão 2.3)** [Programa de computador]. Disponível em: <https://www.jamovi.org>. Acesso em: 13 fev. 2024.

UNITED STATES OF AMERICA. Headquarters. Department of the US Army. **TM 9-2350-311-10: Operator's Manual For Howitzer, Medium, Self-Propelled, 155mm**. Washington, DC, 1994

UNITED STATES OF AMERICA. Headquarters. Department of the US Army. **TM 9-2350-311-10: Operator's Manual For Howitzer, Medium, Self-Propelled, 155mm. Brazil Supplement** Washington, DC, 2019.

UNITED STATES OF AMERICA. Headquarters. Department of the US Army. **ATP 3-09.70: Paladin Operations**, Washington, DC 2015.

UNITED STATES OF AMERICA. Headquarters. Department of the US Army. **TC 3-09.81: Field Artillery Manual Cannon Gunnery**. Washington, DC, 2016.

Waack, William. **“Waack: Saiba Como A Combinação De Drones Com Artilharia Pode Ser Decisiva Na Ucrânia**. São Paulo, 7 de maio de 2022. Disponível em: <https://www.cnnbrasil.com.br/internacional/waack-saiba-como-a-combinacao-de-drones-com-artilharia-pode-ser-decisiva-na-ucrania/>. Acesso em: 21 de agosto de 2024.