

**ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS  
ACADEMIA REAL MILITAR (1810)**

**Matheus Henrique Sobrinho Mariano**

**TÉCNICA DE TIRO DE ARTILHARIA:  
a importância da proficiência nos métodos tradicionais para o Exército Brasileiro**

**Resende  
2019**

**Matheus Henrique Sobrinho Mariano**

**TÉCNICA DE TIRO DE ARTILHARIA:  
a importância da proficiência nos métodos tradicionais para o Exército Brasileiro**

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

Orientador: Maj Art Antonio Marcos Marques dos Anjos

**Resende  
2019**

**Matheus Henrique Sobrinho Mariano**

**TÉCNICA DE TIRO DE ARTILHARIA:  
a importância da proficiência nos métodos tradicionais para o Exército Brasileiro**

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

Aprovado em \_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2019:

Banca Examinadora:

---

**Antonio Marcos Marques dos Anjos, Maj Art**  
(Presidente/Orientador)

---

**Avaliador**

---

**Avaliador**

**Resende  
2019**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus por ter me guiado e sustentado desde o primeiro dia como soldado recruta no 14º GAC até alcançar este objetivo tão sonhado e esperado.

“Não que sejamos capazes, por nós, de pensar alguma coisa, como de nós mesmos; mas a nossa capacidade vem de Deus.” (2 Co 3:5)

Agradeço também à minha família, que nunca deixou de vibrar comigo em momentos felizes e de me apoiar em momentos difíceis, possibilitando a concretização deste sonho.

Agradeço, por fim, ao meu orientador, por todo o esforço e dedicação em auxiliar-me no desenvolvimento deste trabalho. Sem seu auxílio, nada disso seria possível.

## RESUMO

MARIANO, Matheus Henrique Sobrinho. **TÉCNICA DE TIRO DE ARTILHARIA: a importância da proficiência nos métodos tradicionais para o Exército Brasileiro.** Resende: AMAN, 2019. Monografia.

O trabalho que se segue trata da importância da técnica de tiro tradicional para o Exército Brasileiro. Tendo como instrumento a revisão de literatura civil e militar, a pesquisa traz um histórico da evolução da técnica de tiro de artilharia desde o século XVII até o emprego atual no Exército Brasileiro. Em seguida, são apresentados os equipamentos digitais do Exército Brasileiro para a condução do tiro de artilharia. Além disso, é exposto um panorama dos perigos da dependência militar na tecnologia. Com esses dados, é realizada uma discussão a respeito da relevância da técnica de tiro tradicional de artilharia em face da evolução dos campos de batalha modernos. Como conclusão, destaca-se a importância dos métodos manuais da técnica de tiro de artilharia e é reforçada a função do oficial da arma de artilharia como difusor do conhecimento técnico-profissional.

**Palavras-chave: Técnica de Tiro. Artilharia.**

## **ABSTRACT**

MARIANO, Matheus Henrique Sobrinho. **GUNNERY: the importance of maintaining manual gunnery proficieny for brazillian army.** Resende: AMAN, 2019

The following work expatiate about the importance of the manual gunnery for the Brazilian Army. Having as an instrument the revision of civil and military literature, the research brings a history of the evolution of gunnery from the XVII century to it's current use in the Brazilian Army. Next, the digital equipments of the Brazilian Army for the conduct of the artillery fires are presented. In addition, an overview about the dangers of military dependence on technology is presented. With these data, a discussion is held regarding the relevance of manual gunnery facing the evolution of modern battlefields. As a conclusion, the importance of manual gunnery is emphasized and the function of the artillery officer as a diffuser of technical-professional knowledge is reinforced.

**Keywords: Gunnery. Artillery**

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

Adj	Adjunto
AMAN	Academia Militar das Agulhas Negras
Art Cmp	Artilharia de Campanha
CLF	Comandante da Linha de Fogo
COTER	Comando de Operações Terrestres
CPM	Computador Palmar Militar
C Tir	Central de Tiro
EB	Exército Brasileiro
EUA	Estados Unidos da América
GAC	Grupo de Artilharia de Campanha
IMBEL	Indústria de Material Bélico do Brasil
km	Quilômetros
LF	Linha de Fogo
m	Metros
mm	Milímetros
Nr	Número
Obs	Observador
O Lig	Oficial de Ligação
PC	Posto de Comando
PLADIS	Plano de Disciplina
RS	Régua de Sítio
RT	Régua de Tiro
TNT	Tabela Numérica de Tiro

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Tabela de Alcances .....	16
Figura 2 – Dispositivo tradicional de uma Central de Tiro de Grupo .....	18
Figura 3 – Exemplo de prancheta de tiro .....	19
Figura 4 – Régua de Tiro e Régua de Sítio .....	20
Figura 5 – Interligações do Sistema Genesis .....	22
Figura 6 – Calculadora de Tiro <i>Gunzen</i> .....	22
Figura 7 – Fichas para correção do tiro de artilharia .....	26



## **LISTA DE TABELAS**

Tabela 1 – Integrantes da Central de Tiro .....	17
---	----

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>11</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO-METODOLÓGICO</b>	<b>13</b>
<b>2.1</b>	<b>Revisão da literatura</b>	<b>13</b>
<b>2.1.1</b>	<i>Evolução da Técnica de Tiro de Artilharia</i>	<b>13</b>
<b>2.1.2</b>	<i>Emprego atual da Técnica de Tiro de Artilharia no Exército Brasileiro</i>	<b>17</b>
<b>2.1.3</b>	<i>Sistemas Digitais de Direção e Coordenação</i>	<b>20</b>
<b>2.1.4</b>	<i>Os Perigos da Dependência na Tecnologia</i>	<b>23</b>
<b>2.2</b>	<b>Referencial metodológico</b>	<b>25</b>
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b>	<b>26</b>
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO</b>	<b>30</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b>	<b>31</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, a Artilharia Brasileira tem evoluído sensivelmente quanto ao material e a doutrina. Pode-se tomar como exemplo os investimentos no Projeto ASTROS 2020, a aquisição do obuseiro autopropulsado M-109 A5 e A5+ Br, e o desenvolvimento do Sistema Gênese. Este último tem impacto direto no emprego da Artilharia de Campanha e de seus subsistemas, principalmente o de Direção e Coordenação.

Faz-se necessária a definição de alguns conceitos considerados fundamentais para o desenvolvimento do assunto. Segundo o Manual de Campanha C 6-1, “a Artilharia de Campanha tem por missão apoiar a força pelo fogo, destruindo ou neutralizando os alvos que ameacem o êxito da operação” (1997, p.1-1). Para cumprir tal missão, a artilharia se organiza em oito subsistemas, sendo eles: Linha de Fogo, Observação, Busca de Alvos, Topografia, Meteorologia, Comunicações, Logística, e Direção e Coordenação.

Dentre os subsistemas, a Direção e Coordenação “compreende órgãos de direção de tiro e de coordenação do apoio de fogo” (BRASIL, 1997, p. 1-2), o qual utiliza-se de conhecimentos de técnica de tiro para estudar e solucionar o problema técnico fundamental da Artilharia de Campanha: o tiro indireto.

As melhorias e o aumento na rapidez dos processos dos subsistemas de artilharia com a utilização de novas tecnologias informatizadas e digitais são óbvias e inegáveis, portanto, não serão objeto de estudo.

O objetivo geral desse trabalho é apresentar a importância dos métodos tradicionais da técnica de tiro de artilharia para o Exército Brasileiro

O estudo deste tema é relevante para a Curso de Artilharia da AMAN, visto que a matéria Técnica de Tiro tem uma das maiores cargas horárias do curso, sendo 310 (trezentos e dez) horas-aula somente no segundo e no terceiro ano, de acordo com o Plano de Disciplina (PLADIS 2018). Além disso, seu estudo é relevante para o meio militar, uma vez que, todas as organizações militares de Artilharia de Campanha do Exército Brasileiro empregam a Técnica de Tiro tradicional na instrução e/ou adestramento de seus quadros.

O presente trabalho está assim estruturado:

Na sequência desta introdução, o segundo capítulo apresenta o referencial teórico-metodológico e está dividido em Revisão da Literatura, que trata das quatro ideias principais que contribuem para a elucidação do assunto, e Referencial Metodológico.

O terceiro capítulo, Resultados Discussão, compara as informações apresentadas na Revisão da Literatura e apresenta algumas considerações sobre o assunto. Por fim, o quarto e

último capítulo conclui o trabalho com a resposta para o problema de pesquisa, dentre outras informações, e uma reflexão sobre o assunto.

## **2 REFERENCIAL TEÓRICO - METODOLÓGICO**

O tema de pesquisa insere-se na linha de estudo relativa a Técnica de Tiro de Artilharia, campo de pesquisa inserido na área de Doutrina e Operações Militares, conforme definido na Portaria nº 517, de 26 Set 00, do Comando do Exército Brasileiro (BRASIL, 2000).

### **2.1 Revisão da Literatura**

Buscando identificar o que de mais relevante e atualizado foi produzido sobre o tema deste trabalho, foram coletados dados dos mais variados tipos de fontes e autores. Inicialmente, será apresentado um breve histórico da técnica de tiro de artilharia até o atual emprego. Em seguida, será tratado sobre os sistemas digitais de cálculo e controle do tiro, finalizando com a exposição das vulnerabilidades desses sistemas e perigos da dependência na tecnologia. Dessa forma, seguem abaixo as ideias que se fizeram pertinentes à elucidação do tema proposto.

#### ***2.1.1 Evolução da Técnica de Tiro de Artilharia***

Com a evolução da arte da guerra, a trajetória do tiro de artilharia vem sendo estudada desde o século XVI, quando começaram a surgir explicações teóricas sobre o tema, que, anteriormente, era ensinado nas escolas de bombardeiros de maneira empírica (ALVES, 1959). Naquela época, os artilheiros adotavam a hipótese mais simples para descrever a trajetória do tiro: uma linha reta.

O primeiro a aplicar a matemática à Artilharia foi Niccolo Fontana Tartaglia, célebre matemático italiano (1500-1557). Em seus dois livros, Tartaglia discorre sobre suas hipóteses da composição da trajetória e sobre a influência da velocidade do projétil na curvatura da trajetória, sendo admitidos até a metade do século XVI.

Após Isaac Newton descrever as leis da gravidade, a forma da trajetória do projétil passou a ser melhor estudada, sendo descrita por Galileu Galilei como uma parábola, qualquer que seja a velocidade inicial. Baseado nisso, o matemático e físico Evangelista Torricelli (1608-1642) deduziu a “Lei dos Alcances”, premissa para as primeiras tabelas de tiro, publicadas em 1699. Entretanto, o emprego destas pareceu complexo, de forma que só foi retomado por ocasião da Primeira Guerra Mundial (ALVES, 1959).

Além do entendimento das leis da gravidade, os problemas balísticos necessitaram do conhecimento sobre a influência da resistência do ar sobre o deslocamento do projétil. A grande revolução veio em 1742 com a publicação de “Novos Princípios da Artilharia” (tradução livre) do matemático Benjamin Robins (1707-1751), que realizou notáveis experiências, as quais tornaram mais concretos os efeitos da resistência do ar “que daí em diante passou a ter o valor que até hoje conserva no estudo dos problemas balísticos” (ALVES, 1959, p.141). Segundo Alves:

Foi ainda esse pesquisador quem teve a glória de resolver a importante questão da pontaria e de fazer os primeiros estudos para o emprego da alça, e quem encaminhou experimentalmente a solução das diferentes questões de Artilharia, por encampar esta arma fenômenos que escapam a uma rigorosa previsão teórica (1959, p.141-142)

A utilização de pequenos alcances e do tiro direto fez com que se negligenciasse o estudo das alças e processos que melhorassem a precisão dos tiros. No início do século XIX, as escolas de artilharia na Europa passavam por uma fase difícil de falta de recurso por priorizarem a ação mais do que o estudo militar. O manual de Instruções para Artilharia de Campanha de 1864 das tropas do norte dos Estados Unidos (União na Guerra de Secessão), por exemplo, continha apenas quatro páginas sobre “técnica de tiro”. As outras 277 páginas versavam sobre dados técnicos, ordem unida, tratamento com o cavalo, e formações com cavalo (GRICE, 2009).

Apesar de não ser uma ideia nova, o método conhecido como “tiro indireto” foi apresentado em meados de 1888, possibilitando que a condução do tiro fosse realizada usando trigonometria e matemática simples. A maioria dos exércitos não aceitou imediatamente a técnica do tiro indireto por acreditar ser uma forma “covarde” de engajar o inimigo ou complicada demais para ser usada. A guerra russo-japonesa de 1904-1905, por exemplo, iniciou-se empregando principalmente as técnicas de tiro direto, pois eram procedimento padrão para toda a artilharia ao redor do mundo. Segundo Grice (2009), à medida que as baterias eram dizimadas pela artilharia inimiga, os beligerantes perceberam a importância da proteção de suas tropas, e, no final do conflito, ambos os lados já estavam praticando o tiro indireto por necessidade.

No decorrer da Primeira Guerra Mundial, diversos métodos de tiro indireto foram desenvolvidos para fogos observados ou não-observados. Grice (2009) cita o exemplo de sucesso da barragem realizada pela 29ª Divisão Americana que obteve resultados impressionantes durante um ataque conduzido em 10 de outubro de 1918 pelas Forças aliadas.

Nessa investida, durante quarenta minutos, o avanço da infantaria foi coordenado com apoio de fogo indireto contínuo que garantiu o êxito da missão.

Com a modernização do campo de batalha, novos métodos foram necessários para centralizar os fogos das várias unidades em um mesmo alvo sem a exposição desnecessária ao fogo inimigo. O grande avanço veio com a técnica desenvolvida pelo coronel de artilharia da reserva alemão Georg Bruchmuller, muito semelhante à Preparação Teórica e Associação prevista no manual C 6-40 Volume II. A técnica utilizada não era necessariamente nova, pois compensações para condições atmosféricas já haviam sido incorporadas aos procedimentos de técnica de tiro desde o século XIX, entretanto eram consideradas muito complicadas para a Artilharia de Campanha. “O que Bruchmuller fez foi simplificar os difíceis procedimentos matemáticos teóricos para um formato viável que poderia ser utilizado por artilheiros na linha de fogo” (GRICE, 2009, p.109, tradução livre).

Seguindo a linha de Bruchmuller, seu auxiliar e especialista em direção de tiro, o capitão Erich Pulkowski desenvolveu um sistema que consistia em três fatores: balística interior (compensação para condições não-padrões dos canhões), balística exterior (condições atmosféricas), e levantamento (reconhecimentos para determinar a posição exata de cada bateria). Esses fatores, quando aplicados à técnica de tiro, possibilitavam a realização de ataques surpresa sem a necessidade de longas ajustagens e regulações antes do ataque propriamente dito, o que se assemelha aos Tiros Previstos do manual C 6-40 Volume II.

Levantamentos eram realizados nos locais das baterias por turmas de levantamento que associavam todos os elementos de tiro em um mesmo sistema de referência (trama comum). Em seguida, as coordenadas da bateria eram locadas na carta utilizada para determinar os dados necessários para produzir elementos de tiro: localização da bateria e do alvo, altitude da bateria e do alvo, e direção e alcance para o alvo. Uma vez estabelecida a direção e o alcance para cada alvo, os elementos de tiro eram associados e compensados com os fatores de balística interior e exterior.

Pulkowski, auxiliado por outros, treinou mais de 6000 oficiais em como usar as novas técnicas no início do século XX, e estas foram adotadas pelo Exército norte-americano como procedimento padrão com poucas modificações. Em 1922, o comandante da Artilharia do Exército dos Estados Unidos promulgou novas instruções que desenvolveram a versão norte-americana do método de Pulkowski e substituiu os antigos manuais e procedimentos da técnica de tiro de Artilharia de Campanha. Segundo Grice (2009), a mudança foi tão fundamental que os conceitos básicos da técnica desenvolvida pelo capitão alemão ainda são

ensinados na Escola de Artilharia do Exército dos Estados Unidos (USAFAS), e serve de base para a Artilharia norte-americana do século XXI.

Da mesma forma, as antigas tabelas de tiro foram reformuladas para compor duas partes. A primeira possuía tabelas de conversão, funções trigonométricas, tabelas para determinar mudanças de deriva, coeficiente de inclinação, e fórmulas de densidade e termodinâmica. A segunda parte incluía informações específicas para cada material de artilharia, incluindo as correções necessárias para compensar pelas condições não-padrão (exemplo da Figura 1). Apesar da grande precisão resultada do novo método, os procedimentos ainda eram lentos e complicados, pois eram responsabilidade do Comandante de Bateria.

**Figura 1:** Tabela de alcances

*Range table.*

Range.	Angle of departure.	Range.	Angle of departure.	Range.	Angle of departure.
100	0.7	1,100	16.8	2,100	62.3
200	1.5	1,200	19.9	2,200	69.2
300	2.4	1,300	23.3	2,300	76.1
400	3.4	1,400	27.0	2,400	83.5
500	4.6	1,500	31.1	2,500	91.4
600	6.0	1,600	35.5	2,600	99.8
700	7.6	1,700	40.2	2,700	108.6
800	9.4	1,800	45.3	2,800	118.1
900	11.6	1,900	50.7	2,900	128.2
1,000	14.0	2,000	56.5	3,000	138.9

**Fonte:** Livro On Gunnery – Grice (2009)

No Brasil, a Força Expedicionária Brasileira trouxe uma grande variedade de ensinamentos ao retornar vitoriosa da Europa após a 2ª Guerra Mundial. Em consequência, a doutrina norte-americana foi introduzida definitivamente no currículo escolar e proporcionou uma acentuada alteração na estrutura, na organização e no equipamento de dotação da Força Terrestre, substituindo a orientação francesa seguida até então.

Um exemplo foi a aprovação do manual C 6-40 “Artilharia de Campanha” em 1947 pelo Estado Maior do Exército (NETTO, 2002). Atualmente, em sua 5ª edição, aprovada em 2001, em dois volumes, esse manual é a base teórica para o ensino e o emprego da técnica de tiro de artilharia nas diversas organizações militares do país.



### 2.1.2 Emprego atual da Técnica de Tiro de Artilharia no Exército Brasileiro

O sistema artilharia de campanha, composto por 8 subsistemas já supracitados, possui a Direção e Coordenação como responsável pelo controle do tiro. Juntamente ao órgão de apoio de fogo do escalão considerado, a Central de Tiro (C Tir) é a materialização desse subsistema:

Constitui-se de pessoal e equipamento de tiro e comunicações necessárias para que o comando exerça o controle e a direção do tiro. A C Tir transforma as informações sobre alvos, as missões de tiro impostas pelo escalão superior e os pedidos de tiro em comandos de tiro para as peças. (BRASIL, 2001, p. 4-1)

Em um Grupo de Artilharia de Campanha, a C Tir está localizada no Posto de Comando do GAC, como Central de Tiro do Grupo, e nas imediações da Linha de Fogo como Central de Tiro de Bateria. Em situações normais, a C Tir é chefiada pelo Oficial de Operações (S3) da unidade ou pelo Adj S3. Quando a bateria atua independente, o Comandante da Linha de Fogo (CLF) passa a ser o comandante da C Tir de sua bateria, conforme a Tabela 1.

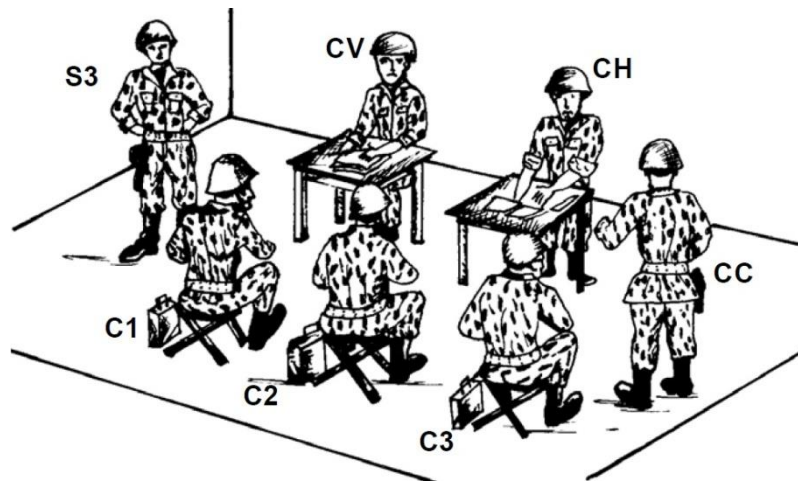
**Tabela 1:** Integrantes da Central de Tiro

<b>Central de Tiro do Grupo</b>	<b>Central de Tiro de Bateria</b>
S3 e Adj S3	CLF
Chefe dos Calculadores (CC)	Auxiliar de Operações (Sgt Aux Op)
Controlador Horizontal (CH)	Operador de Prancheta
Controlador Vertical (CV)	
Calculadores das Baterias (C1, C2 e C3)	Calculador

**Fonte:** AUTOR (2019)

A eficiente divisão do trabalho em grupo, executado numa sequência determinada, faz com que a Central de Tiro seja capaz de processar os elementos de tiro com precisão e rapidez utilizando os conhecimentos da técnica de tiro (exemplo na Figura 2). O manual norte-americano FM 6-40 conceitua a técnica de tiro como “aplicação prática da ciência da balística em um sistema combinando princípios, técnicas e procedimentos essenciais para a entrega de fogos de artilharia pontuais e eficazes” (DEPARTMENT OF THE ARMY, 1975, p.5, tradução livre).

**Figura 2:** Dispositivo tradicional de uma Central de Tiro de Grupo



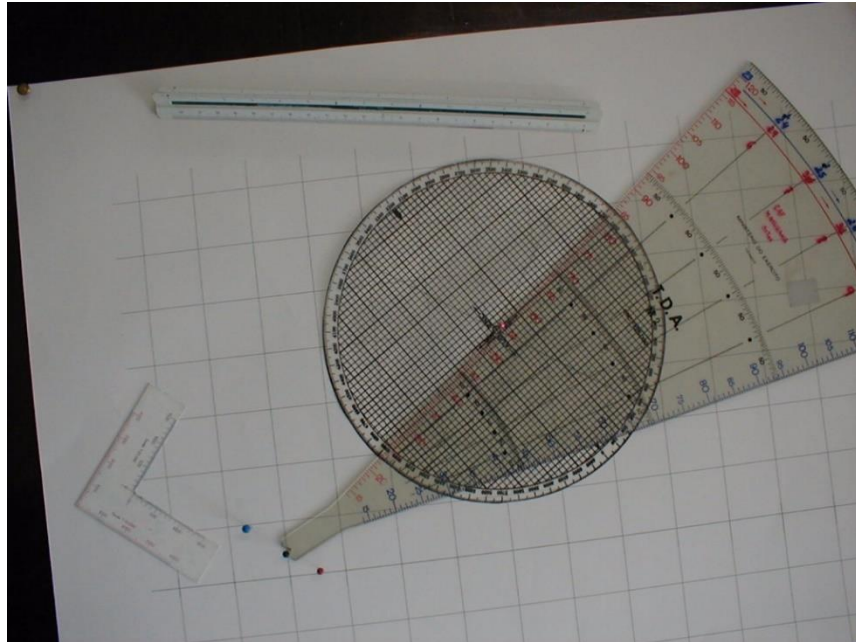
Fonte: BRASIL, 2001

Já o manual brasileiro C 6-40: Técnica de Tiro de Artilharia de Campanha explica que “a técnica de tiro estuda e soluciona o problema técnico fundamental da Art Cmp e seus correlatos, utilizando-se basicamente de três elementos: a C Tir [...], a bateria [...], o observador” (2001, p.1-9). A técnica de tiro tradicional diz respeito aos métodos manuais de cálculo dos elementos para o tiro por meio de pranchetas, réguas e tabelas, como preconiza o manual supracitado. Cabe ressaltar que o termo “técnica de tiro tradicional”, adotado nesse trabalho, só é utilizado na doutrina militar brasileira a partir do Caderno de Instrução CI 6-40/1 Computador Palmar Militar de 2005.

A prancheta de tiro é um recurso da Artilharia de Campanha para representar graficamente a posição relativa dos alvos e das baterias (centro de bateria) a partir de suas coordenadas, podendo ser construída numa folha de papel quadriculado, carta topográfica ou fotocarta. A construção e o uso de uma prancheta de tiro requerem a utilização de equipamento especial, sendo ele: lapiseira 0,5mm, alfinetes, agulhas, régua de escala (escalímetro), esquadro de locação, transferidor, transferidor de derivas e alcances (TDA) e transferidor de locação (T Loc).

Na prancheta de tiro é possível obter direções, alcances e desníveis, e “a precisão com ela obtida depende tanto do cuidado do operador como da precisão do equipamento” (BRASIL, 2001, p. 4-8). A Figura 3 apresenta um exemplo de prancheta de tiro e seus materiais específicos.

**Figura 3:** Exemplo de prancheta de tiro

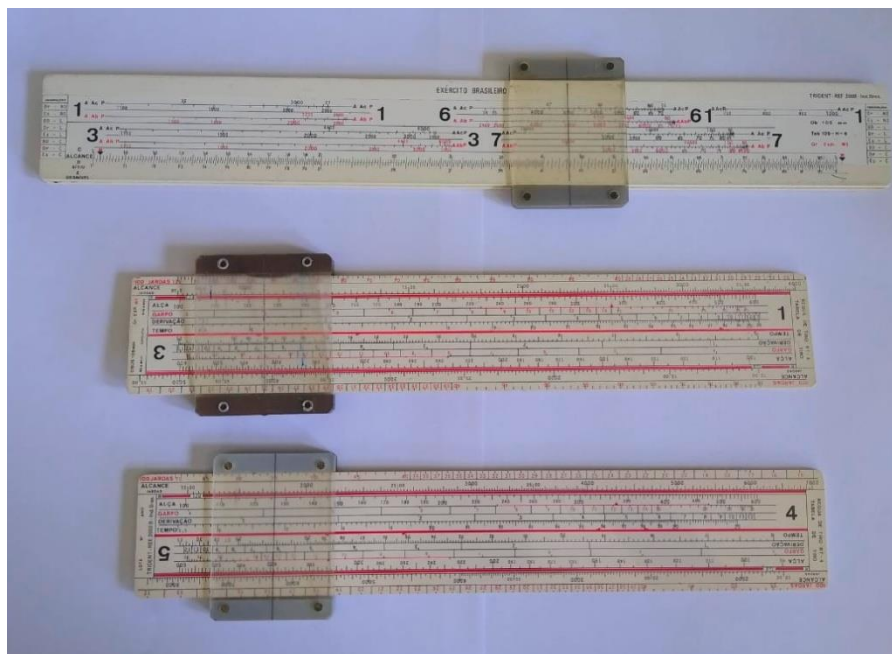


**Fonte:** Curso de Artilharia da AMAN

Com os dados brutos obtidos são determinados os elementos de prancheta, os quais servirão como base para os comandos enviados para a linha de fogo (LF). “Normalmente a deriva já será o próprio comando de tiro. O alcance e o desnível, no entanto, serão introduzidos nas réguas de tiro ou de sítio para que sejam obtidos os comandos restantes.” (BRASIL, 2001, p.4-22). Salvo alguns casos específicos, a deriva encontrada inicialmente recebe o nome de Deriva de Prancheta, e será base para o cálculo da deriva final do comando de tiro.

A régua de tiro (RT) é a representação gráfica das tabelas numéricas de tiro (TNT), sendo normalmente empregada para obtenção de elementos em face da distância em metros entre a bateria e o alvo (alcance) medida na prancheta. O uso das tabelas numéricas para determinar a alça e o evento é um processo pouco prático e se simplifica enormemente com a utilização de tabelas gráficas (régua). Da mesma forma, a determinação do sítio total (Si T) por meio do sítio topográfico e do fator da correção complementar das tabelas é um processo que exige cálculos minuciosos e demanda tempo, logo, também se simplifica com a utilização da régua de sítio (RS).

**Figura 4:** Régua de Tiro e Régua de Sítio



**Fonte:** AUTOR (2019)

O manual C 6-40 também prevê a possibilidade do tiro mesmo que a bateria não disponha de uma C Tir para determinar os elementos de tiro ou ainda sem utilizar a prancheta e a totalidade do equipamento de direção de tiro. Entretanto, em situação normal, a C Tir opera com sua composição completa e com todos os materiais previstos no manual citado anteriormente.

### **2.1.3 Sistemas Digitais de Direção e Coordenação**

Em 2005, o Comando de Operações Terrestres (COTER) aprovou, em caráter experimental, o Caderno de Instrução CI 6-40/1 Computador Palmar Militar (CPM), com a finalidade de apresentar as características e instruções de operação e manutenção do CPM 1196 projetado pela IMBEL e pela empresa brasileira TRIGON. Esse equipamento tinha o objetivo de realizar o controle e direção de tiro dos obuseiros e morteiros existentes no Exército Brasileiro, e, assim, substituir a Central de Tiro tradicional de tabelas e pranchetas.

Apesar da ampla distribuição do sistema nas organizações militares brasileiras, o Palmar se tornou pouco empregado devido à sua interface pouco intuitiva que necessitava de muita inserção de dados em um *hardware* antiquado para uma geração ainda sem muito contato com os equipamentos e instrumentos digitais. Além disso, a pouca exploração do

Palmar nas escolas militares de formação contribuiu para a pouca confiabilidade no material por parte daqueles que deveriam deter o conhecimento.

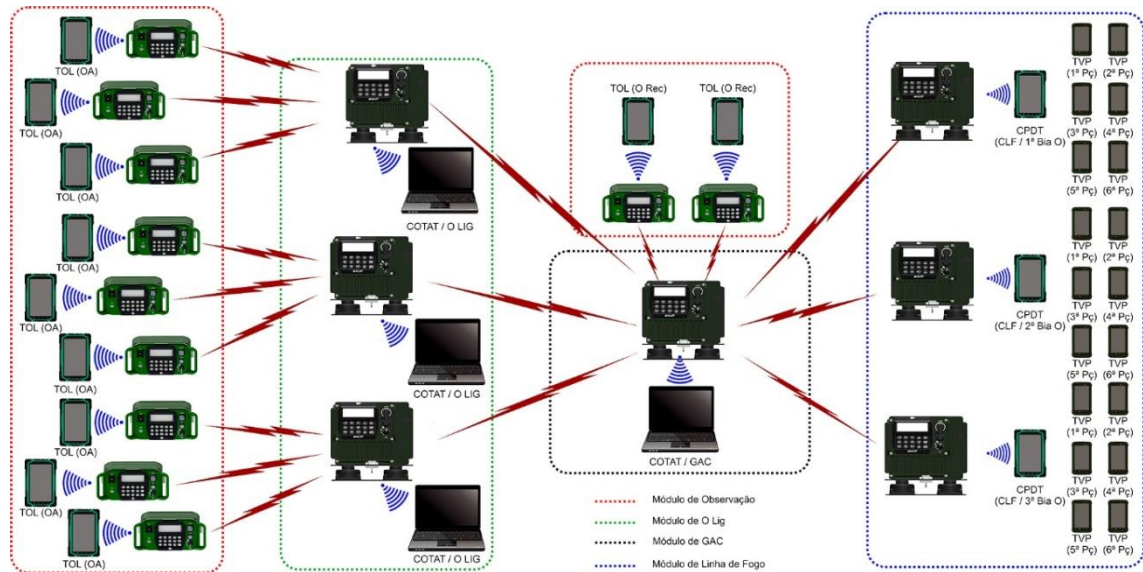
Na prática, no Curso de Artilharia da AMAN, das 151 horas-aula previstas para a matéria Técnicas Militares V (Técnica de Tiro), apenas 6 horas-aula são destinadas para o assunto Computador Palmar Militar. Ademais, de acordo com o Plano de Disciplina (PLADIS) para os cadetes 2º ano do ano de 2017, esse conteúdo destina-se apenas à compreensão do funcionamento e operação do CPM.

Em 2018, o catálogo de produtos da IMBEL já apresentava o Palmar II CPM 3004 - Computador Portátil de Direção de Tiro, desenvolvido para a plataforma Android, atualmente na versão 4.1. “Ao contrário de seu antecessor, o Palmar II tem amplos recursos gráficos, incluindo suporte geoespacial, visualização de cartas e de informações relevantes para o controle do tiro” (IMBEL, 2018).

Como evolução ao Palmar, a Indústria de Material Bélico do Brasil (IMBEL) desenvolveu o Sistema Gênesis, “um sistema computadorizado de direção e coordenação de tiro Nível Brigada, que objetivava substituir os métodos tradicionais [...], realizando a centralização de todas as unidades de tiro que estão sob seu controle operacional” (IMBEL, 2018). Dessa forma, todos os processos manuais de obtenção de elementos para o tiro se integrariam em um só equipamento computadorizado e com sistema GPS embutido.

De acordo com o Catálogo de Produtos IMBEL de 2018, o Sistema Genesis GEN-3004 possui quatro módulos: Módulo de Observação, Módulo de O Lig, Módulo de GAC e Módulo de Linha de Fogo. Cada módulo é dotado de um rádio específico VHF 30-88 MHz veicular (ou *manpack* no caso do Módulo de Observação). Além disso, os módulos de Oficial de Ligação e de GAC ainda possuem notebook semi-robustecido, e os de Observação e Linha de Fogo possuem tablets robustecidos de 3,5 e 7 polegadas. A seguir, a Figura 5 apresenta as interligações do Sistema Genesis em seus módulos.

**Figura 5:** Interligações do Sistema Genesis



**Fonte:** Catálogo de Produtos IMBEL de 2018

Os quatro módulos se interligam via rádio, sendo que os tablets e notebooks se comunicam com os rádios via Wi-Fi, conforme apresentado na Figura 5. Dessa forma, a grande quantidade de *hardware* envolvida e a combinação entre meios rádio e sem fio pode resultar na dificuldade do enlace de dados e uma provável lentidão no sistema, além de estar sujeita às interferências externas de Guerra Eletrônica.

**Figura 6:** Calculadora de Tiro *Gunzen*



**Fonte:** WorthPoint

Cabe citar também a calculadora de tiro *Gunzen* (Figura 6), computador de tiro original que veio da Inglaterra para o Brasil juntamente com o obuseiro L118 *Lightgun*. Apesar de pouco conhecido pelos próprios militares da arma de artilharia, a *Gunzen* já é utilizada para o cálculo do tiro do obuseiro L118 *Lightgun* no 32º GAC em Brasília – DF e 26º GAC em Guarapuava – PR.

#### **2.1.4 Os Perigos da Dependência na Tecnologia**

Durante a história, do advento da simples clava e arco até complexos submarinos, aeronaves e blindados, a aplicação da tecnologia na guerra tem sido evidente. Dessa forma, a habilidade das Forças Armadas de adaptarem sua doutrina e estrutura às novas tecnologias é indispensável. A doutrina de defesa britânica diz que “equipamentos acessíveis e eficazes que aproveitam a alta tecnologia são essenciais para prover a vantagem nos campos de batalha modernos” (WILLIAMS, 2001, tradução livre). Entretanto, Riper e Scales (1997, tradução livre), analisando as perspectivas para os EUA nas guerras do século XXI, afirmam que “superioridade tecnológica não garante automaticamente a vitória no campo de batalha”.

No meio militar, uma confiança excessiva nos avanços tecnológicos tem criado perigos e implicações negativas que muitas vezes não são reconhecidas ou são ignoradas. Em artigo para a revista digital norte-americana *The National Interest*, a Dra. Jacquelyn Schneider, Ph.D., instrutora do Centro de Estudos de Conflitos Cibernéticos do *U.S. Naval War College*, explica que, nas Forças Armadas norte-americanas, mesmo sendo “ilógico questionar o bem comum de continuar a investir e utilizar essas tecnologias [...], os próprios Estados Unidos podem, ao mesmo tempo, estarem militarmente mais eficientes e menos seguros” (2016, tradução livre).

Em 2010, por exemplo, uma falha no sistema militar de GPS, que tornou aproximadamente dez mil receptores americanos de GPS inúteis por dias, foi vista como uma advertência para intensificar a proteção para os militares dependentes da tecnologia. De acordo com *Military Hub* (2015), a falha, que foi associada com software tático incompatível e procedimentos de teste incompletos, destacou a dependência militar no Sistema de Posicionamento Global (GPS).

Depender da tecnologia também tira o controle das mãos humanas, uma situação potencialmente perigosa. *Military Hub* (2015) também cita uma bomba guiada por GPS, em 2001, lançada por uma missão da Marinha que errou seu alvo e atingiu uma região de vilarejo

em Kabul, capital do Afeganistão. As origens do erro foram coordenadas erradas inseridas no sistema de alvos por GPS.

Depois de mais de 15 anos de guerra – a maioria deles em operações de contra-insurgência – no Iraque e Afeganistão, o Exército norte-americano está retornando seu foco na formação básica do soldado, com a intenção de construir um Exército pronto para enfrentar as mais diversas ameaças ao redor do mundo. Dessa forma, esse Exército trabalha para reconstruir uma gama de habilidades que diminuíram face à tecnologia sempre em atualização e à internet.

Em artigo para o periódico *Army Times*, a editora Michelle Tan entrevista o *Sergeant Major* do Exército norte-americano Dan Dailey a respeito da perda da capacidade operacional básica dos soldados norte-americanos. De acordo com Dailey:

Quando projetamos um sistema eletrônico, estamos completamente cientes de que eles estão sujeitos a ataques. A que você recorre? Sistemas podem sofrer interferência. É bem difícil interferir em carta, transferidor, lápis e bússola. O Exército está voltando seu foco às habilidades básicas do soldado. [...] O uso de dispositivos eletrônicos não é uma falha [...]. mas, baseado nas nossas ameaças, devemos estar preparados para reverter às nossas habilidades analógicas. (2016)

Em conferência sobre guerra conjunta em 2010, o então chefe do Comando das Forças Conjuntas dos Estados Unidos, General James Norman Mattis, criticou a dependência dos militares na tecnologia. De acordo com Mattis, os soldados deveriam praticar mais com os rádios desligados para que fossem capazes de operar mesmo quando os sistemas caíssem e isso se estendia a todos os sistemas digitais utilizados. A transcrição da conferência ainda cita:

Eu acho que nós não desligamos os nossos rádios nenhuma vez nos últimos oito anos. Que tipo de sistema estamos criando em que dependemos de tanta conexão com as nossas bases? Enquanto precisamos das mais robustas comunicações, nós também precisamos ter certeza que podemos operar sem nada disso. (CAVAS, 2010, tradução livre)

Por fim, destaca-se o artigo do major do Exército Britânico R. D. Williams que reflete sobre a dependência ocidental na tecnologia como solução ou problema para conflitos futuros. De acordo com Williams (2001), a tecnologia funciona como força multiplicadora para as forças militares ocidentais e provê capacidades que não podem ser ignoradas.

Além disso, quanto mais complexo um sistema, mais difícil é para assegurar que este não contenha um ponto fraco que possa ser explorado por adversários. Ademais, experiências pós-Guerra Fria indicam que os potenciais inimigos futuros do Ocidente não se equiparam à potência tecnológica ocidental, pelo contrário, cresce a possibilidade de adotarem respostas assimétricas (WILLIAMS, 2001).



## 2.2 Referencial metodológico

Visando a confirmação do que foi apresentado pela revisão da literatura, foram formulados os seguintes problemas de pesquisa: qual é a relevância do estudo e ensino dos métodos tradicionais de técnica de tiro de artilharia para o Exército Brasileiro?

Como ponto de partida, foi levantado a seguinte hipótese: visto que não há uma expectativa a curto prazo para a substituição dos métodos tradicionais do cálculo do tiro de artilharia no Exército Brasileiro, e mesmo com a possível implementação de algum sistema digital, a proficiência e o ensino dos métodos manuais deve ser mantida, ainda que sirva apenas como *backup*.

Com o propósito de operacionalização da pesquisa, foram adotados os procedimentos descritos a seguir.

Primeiramente, foi realizada uma pesquisa bibliográfica, com vista a rever a literatura que fornece o embasamento teórico necessário. Desse levantamento, destacam-se Alves (1959), Grice (2009) e Williams (2001).

Constatou-se inicialmente que, até o momento, foram editados poucos títulos sobre o assunto, muito menos em português, sendo apenas um específico sobre o tema. Quanto à qualidade das fontes encontradas, pode-se dizer que são satisfatórias visto que seus autores têm notório saber no assunto. Dessa forma, destacam-se pela qualidade, pertinência e atualidade, as obras “*On Gunnery*”, de Michael D. Grice, bem como “Combater as ameaças futuras mantendo a proficiência na artilharia tradicional” (tradução livre), do Capitão Michael Wish.

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao comparar o primeiro subcapítulo da Revisão da Literatura, onde foi apresentada a evolução da técnica de tiro, com o segundo, que explica o emprego atual, pode-se verificar que, praticamente, os mesmos métodos utilizados no século passado ainda são empregados no cálculo atual do tiro de artilharia. A Figura 7 apresenta uma correlação simples entre apenas cinco dos diversos itens da ficha para correção do tiro de artilharia extraída da obra de Grice (2009, p. 122) e da ficha de preparação teórica e associação do manual C 6-40 Vol. II (2001, p.7-52).

**Figura 7:** Fichas para correção do tiro de artilharia

Date: 5 Feb 1922      Time: 12:25 PM      Position: Number 4 Battery A F.A.      Target      Meteorological Data x=      x' =      Message y=      y' =      MSL MSL h= 450'      h' = 140' Ammunition      Front =      30166 Powder Kind      0620798 Lot      Map Range (R) = 7150 yds      1620897 Charge      =      2600995 Temp. 66°F      3      Site =      3591193 Direction of Fire = 437 mils      1      4600992 Projectile Kind H.E.      Height MDP Weight "L"      Maximum Ordinate Fuze      Wind Direction Velocity Adjustment -18 fis      Velocity Ballistic Density      2			ELEMENTOS DA BATERIA      BOLETIM METEOROLÓGICO Cg: 7      A Ajust: 301      Elv Ajust: 298      Linhas: 2      Alt: 360      Hora: 1530      Tipo: 3 Alcance: 7200 m      L Vento: 34 00      Vel Vento: 8 m/s      Dens Ar: 98.2%      Temp Ar: 06 °C      2 Altitude da Bia      390 m Altitude do posto:      360 m      Variações      - 0,3      - 0,1 Valores corrigidos      97,9%      6°C		
CORREÇÃO DA ALTITUDE      Bia (Ac)      30 m      Variações      - 0,3      - 0,1 + 6 400      Valores corrigidos      97,9%      6°C DECOMPOSIÇÃO      Vel Vent x Vrq Unitária DO      L Vento      3 400      W y      8 x (E)      (Dir) 0,1      (E)      (Dir) 0,8 Soma      00      W x      8 x (+)      0,09      (+)      7,9 VENTO      L DT      1      0 100 Vento-tiro      3 300			CORREÇÃO DE DERIVA      Efeito      MOMENTO      Vrq Unitária      Variação      CORREÇÃO TEÓRICA Derivação      Dirt 0,8      1,0      Dirt 4 Vent transv (W y)      Dirt 0,8      1,0      Dirt 1 Soma das Variações      Dirt 5      Esqu 5		
Range      ΔR (Change in Range) +      -      Effect Position (h'-h) ..... Variation on weight      5 ..... Powder Temperature ..... Velocity Adjustment ..... Air Density      4 ..... Elasticity ..... Range Wind ..... Total Effects ..... Net total effect ..... Net Range Correction ..... Map Range (R)      = 7150 yards Net Correction      = Initial Range      = Initial Elevation      = Initial Deflection      =			VARIAÇÃO DE ALCANCE Efeitos      Momento      Padrão      Variação      Vrq Unit      Mais      Menos Peso projetil      5      3      2      +1      -4      -      4 Temperatura do Ar      6      15      -9      +1,27      -      11 Vento longitudinal (W x)      +7,9      +19,9      157      - Densidade do Ar      4      97,9      100%      -2,1      -23      48      - Soma parcelada      205      15 VARIAÇÃO TEÓRICA      190		
DVO RESIDUAL D'vo residual      +5      m/s      A      301      Vrq Total Alc      + 250 Temp Polv      18°C      3      Tabela B      0,8      m/s      Cg      7      Vrq Teórica      = + 190 Δ V      + 4,4      m/s      Vrq Unit      Residual Alc      + 60 DVO MÉDIO      Ajust RT:      Bia, Cg      Lot      Alc      A      Evt			Ant D'vo:      m/s Nova D'vo:      m/s Soma:      m/s DVO Média      m/s Alvo      P'V      Bia      Pta      Data/hora:      HOJE		
OBSERVAÇÃO - A variação total do Alc foi obtida pela seguinte operação: - Alc para a A Ajust 301 (RT)      7 170 m      - Alc Pc D/A Aux .....      7 420 m Correção total do Alc      - 250 m, ou seja: Variação total do Alc =      + 250 m					

Fonte: AUTOR (2019)

Pode-se observar pela figura que, tanto pela estrutura quanto pela “linha de raciocínio”, as duas fichas, sendo a primeira de 1922 e a segunda de 2001, se assemelham e pretendem atingir o mesmo objetivo: fornecer correções para aumentar a precisão dos elementos do tiro de artilharia.

Nota-se que o grande diferencial da utilização da ficha de preparação teórica e associação é a possibilidade de observar como cada variável interfere no momento do tiro,

desde a temperatura da pólvora até a velocidade e direção do vento extraída de boletins meteorológicos. Esta ficha é apenas um dos exemplos da utilização de um processo tradicional que ainda é empregado nos dias atuais.

Os módulos do Sistema Genesis também permitem a inserção de dados de boletins meteorológicos e das condições da munição a ser utilizada. Contudo, o sistema corrige automaticamente os elementos de tiro calculados, ou seja, as variações obtidas não são expostas ao operador, que recebe apenas os dados finais – comandos de tiro – para enviar às linhas de fogo das baterias.

O terceiro subcapítulo da Revisão da Literatura apresentou três sistemas digitais que o Exército Brasileiro possui: o Palmar, o *Gunzen*, e o Sistema Genesis, já supracitado. Tratando-se, primeiramente, do Palmar, o primeiro resultado importante que se deparou foi que nos Grupos de Artilharia de Campanha, a qualificação do cabo ou soldado integrante da QMG 0604 Pessoal de Direção de Tiro é de 100 (cem) horas na matéria Técnica de Tiro de Artilharia de acordo com o Programa-Padrão durante a Fase de Instrução Individual de Qualificação. Nesse período, apenas os dois últimos dos vinte Objetivos Individuais de Instrução da matéria são relacionados ao computador de tiro CPM 1196, o que lhe confere uma carga horária muito pequena.

Diante dos dados apresentados anteriormente e na Revisão da Literatura, pode-se verificar que, tanto na AMAN como nas organizações militares de artilharia, o Palmar foi pouco explorado e difundido. Deste modo, podem ser feitas algumas inferências. Em consequência da falta de instrução e contato com o material na formação, os oficiais que chegam nas organizações militares não tem confiança para empregar o equipamento.

Além da interface pouco amigável, dos problemas de *software* e *hardware*, e a atual falta de disponibilidade, entre outros fatores, esta falta de confiança no material somada à escassez de tempo de instrução para o soldado destinado ao assunto resultou no desuso do Computador Palmar Militar.

Com o advento do Sistema Gênesis, já mencionado anteriormente, é provável que haja a modificação desse Programa-Padrão de instrução para ajustar os subsistemas a essa nova tecnologia. Um exemplo a não ser seguido é o que ocorreu no Exército norte-americanos, em que houve a retirada completa de todas as instruções “manuais” do programa de instrução qualificadora para os soldados que operam as centrais de tiro (WISH, 2017)

De acordo com Wish (2017), tal lacuna na formação desses soldados foi evidenciada em diversos relatórios dos órgãos de avaliação de capacidade operacional das Forças Armadas norte-americanas, que afirmavam que as unidades não conseguiam fazer a transição para

“meios manuais”, e que, se não dependessem completamente dos meios digitais, não tinham capacidade de apoiar pelo fogo as operações.

Ainda sobre o Sistema Genesis, a Artilharia Divisionária da 1ª Divisão de Exército já realiza experimentações doutrinárias desde 2016 com este sistema, ocorrendo principalmente nos exercícios no terreno do 11º GAC no Rio de Janeiro – RJ.

Em seguida, no quarto subcapítulo da Revisão da Literatura, foram expostas algumas publicações a respeito dos perigos da dependência na tecnologia, especialmente por parte dos militares. Embora as considerações relatadas baseiem-se em uma pequena parcela de fontes, a literatura como um todo chega a um mesmo resultado.

Múltiplos artigos recentes em periódicos militares também têm identificado a guerra eletrônica e cibernética como a maior ameaça emergindo. Especialistas militares no mundo civil também estão reconhecendo esse problema crescente. Vale ressaltar que, de acordo com os próprios oficiais superiores norte-americanos, os Estados Unidos, considerados potência militar, já foram superados pela Rússia, seu maior adversário militar, em capacidades de Guerra Eletrônica (BENDETT, 2017).

Como resultado da Revisão da Literatura, a principal solução ao problema apresentado que poderia ser proposta é a combinação dos métodos tradicionais com a utilização dos sistemas digitais. Um exemplo dessa combinação é retratado em artigo da revista norte-americana *Fires*, intitulado “Cada milésimo importa” (COLLINS e HERZOG, 2016, tradução livre), que cita a atuação de oficiais do 7º Regimento de Artilharia de Campanha que, utilizando conhecimentos de técnica de tiro, conseguiram alcançar um novo patamar de excelência na precisão de seus fogos.

O próprio caderno de instrução norte-americano *Training Circular 3-09.81* discorre sobre a responsabilidade dos oficiais das unidades de serem capazes de avaliar os dados e elementos de tiro para supervisionar ações corretivas e reduzir imprecisões. “Precisamos desenvolver líderes que sejam capazes de entender as variáveis que causam imprecisões para isolá-las e corrigi-las” (COLLINS e HERZOG, 2016, tradução livre). Tal responsabilidade também pode ser inferida aos oficiais brasileiros da Arma de Artilharia.

O exemplo de Collins e Herzog (2016) mostra que o conhecimento da operação manual confere ao usuário maior flexibilidade de emprego, pois utilizavam a comparação entre o resultado obtido no Centro de Direção de Tiro (equivalente a C Tir) e no Sistema Digital de Controle de Fogos do *Paladin* (PDFCS) para diminuir a imprecisão de seus fogos. “Nossa habilidade de corrigir dispersões não é limitada pela ciência, mas por nosso conhecimento” (COLLINS e HERZOG, 2016, tradução livre).

Em síntese, a importância da técnica de tiro tradicional é verificada na compreensão de como o sistema Artilharia de Campanha funciona, principalmente na capacidade de compreender como cada variável envolvida no processo influencia no resultado final.

Além do ponto de vista da aprendizagem, do oficial ao soldado de artilharia, é vital que cada um tenha o entendimento de como operar o subsistema em casos extremos, em que não possam ser empregados os sistemas digitais. Ignorar essa realidade é estar vulnerável às incertezas do combate moderno, o que pode resultar na perda da relevância de todo o sistema de Artilharia de Campanha.

## 4 CONCLUSÃO

A presente pesquisa teve como objetivo geral apresentar a importância dos métodos tradicionais da técnica de tiro de artilharia para o Exército Brasileiro. Especificamente, visou-se expor os perigos da dependência militar na tecnologia a fim de ressaltar a necessidade da proficiência nos métodos supracitados.

Diante disto, os resultados encontrados foram que, apesar das diversas experimentações doutrinárias, é possível afirmar que não há uma expectativa a curto prazo para a substituição dos métodos tradicionais no Exército Brasileiro. Deste modo, mesmo com a possível implementação do sistema, a proficiência nos métodos manuais deve ser mantida, ainda que sirva apenas como *backup* de um possível futuro sistema informatizado.

Novas tecnologias devem e estão sendo implementadas, junto com o treinamento para aplicar corretamente os sistemas, mas elas não devem criar uma vulnerabilidade crítica na própria luta em que elas deveriam ajudar. Da mesma forma que um estudante de matemática deve aprender a fazer as operações aritméticas básicas antes de usar uma calculadora, todo militar da central de tiro deve compreender a teoria que fundamenta o sistema que estão utilizando, para que não se limitem a serem apenas “apertadores de botão”.

Com os atuais desafios da guerra eletrônica e assimétrica, os operadores da Central de Tiro devem estar em condições de atuarem em ambientes digitalmente degradados em que necessitarão realizar a transição para os métodos manuais do cálculo de tiro. Sob tal perspectiva, destaca-se a função do oficial da arma de Artilharia que, como perito e profundo conhecedor dessas técnicas, se torna o difusor da teoria e do conhecimento técnico.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, J. V. Portella F.. **Seis Séculos de Artilharia: A História da Arma dos Fogos Largos, Poderosos e Profundos**. 256. ed. Rio de Janeiro: Biblioteca do Exército, 1959.
- BRASIL. Ministério da Defesa. **C 6-40 Volume I: Técnica de Tiro de Artilharia de Campanha**. 5. ed. Brasília: EGGCF, 2001.
- BRASIL. Ministério da Defesa. **C 6-40 Volume II: Técnica de Tiro de Artilharia de Campanha**. 5. ed. Brasília: EGGCF, 2001.
- \_\_\_\_\_. Ministério do Exército. **C 6-1: Emprego da Artilharia de Campanha**. 3. ed. Brasília: EGGCF, 1997.
- BENDETT, Samuel. **America Is Getting Outclassed by Russian Electronic Warfare**. The National Interest: The Center for the National Interest, 19 nov. 2017. Disponível em: <<http://nationalinterest.org/feature/america-getting-outclassed-by-russian-electronic-warfare-22380>>. Acesso em: 07 set. 2018.
- BRYANT, Steven L. Jr. **The Dangers of an Over-Reliance on Technology**. National Defense University: Norfolk, VA, 2011. 70 p.
- CAVAS, Christopher P. **Mattis: Military Should Rely Less on Technology**. 2010. Marine Corps Times. Disponível em: < <https://smallwarsjournal.com/blog/mattis-military-should-rely-less-on-technology>>. Acesso em: 12 maio 2019
- COLLINS, Jim; HERZOG, Joshua. **Every mil matters: One battalion's fight against error**. Fires, Fort Sill, Estados Unidos. pp. 56–60. 2016
- COMANDO DE OPERAÇÕES TERRESTRES, Caderno de Instrução, **Computador Militar Palmar (CI 6-40-1)**, 1. Ed. Brasília: EGGCF, 2005.
- DEPARTMENT OF THE ARMY. **Field Manual (FM) 6-40: Field Artillery Gunnery**. Washington, Dc: U.S. Government Printing Office, 1975.
- \_\_\_\_\_. **Training Circular (TC) 3-09.81: Field Artillery Manual Cannon Gunnery**. Washington, Dc: Government Printing Office, 2016.
- GRICE, Michael D.. **On Gunnery: The Art and Science of Field Artillery From the American Civil War to the Dawn of 21st Century**. 1. ed. North Charlston: Booksurge Publishers, 2009.
- IMBEL. **Catálogo de Produtos**. 2018. Disponível em: <<http://www.imbel.gov.br/phocadownload/produtos/catalogo-de-produtos-imbels-2018.pdf>>. Acesso em: 05 mar. 2019.
- MCDONALD, Major James M.. **Deflection or Azimuth; Which Direction Should the United States Field Artillery Follow?** Fort Leavenworth: Biblioscholar Dissertations, 1992. 85 p.

MILITARY HUB. **Military GPS Illustrates Military Technology Dependency**. 2015. Disponível em: <<https://www.militaryhub.com/article?id=210>> Acesso em: 12 jul. 2018

NETTO, Júlio Teodorico Nascimento. **A Influência da doutrina norte-americana na ECEME**. 2002. 58 f. Trabalho de conclusão de curso (Especialização) – Escola de Comando e Estado-Maior do Exército, Rio de Janeiro, 2002.

RIPER, Paul Van, SCALES, Robert H. . **Preparing for War in the 21st Century**. Parameters, 1997.

SCHNEIDER, Jacquelyn. **America's Digital Dependency and the Capability/Vulnerability Paradox**. The National Interest. 2016. Disponível em: <<https://nationalinterest.org/blog/the-buzz/americas-digital-dependency-the-capability-vulnerability-17601>>. Acesso em: 02 set. 2018.

TAN, Michelle. **Back to basics: Army dials up traditional soldiering once again**. Army Times. 2016. Disponível em: <<https://www.armytimes.com/news/your-army/2016/07/05/back-to-basics-army-dials-up-traditional-soldiering-once-again/>>. Acesso em: 25 mar. 2018.

WILLIAMS, Major R. D.. **Is the West's Reliance on Technology the Panacea for Future Conflict or its Achilles' Heel?**, Defence Studies. 2001. 1:2, 38-56, DOI:10.1080/714000026

WISH, Michael. **Countering future threats by maintaining manual gunnery proficiency**. Fires. Fort Sill, Estados Unidos, p. 48-49, nov. 2017