

**ACADEMIA MILITAR DAS AGULHAS NEGRAS  
ACADEMIA REAL MILITAR (1811)  
CURSO DE CIÊNCIAS MILITARES**

**Hugo Victor Santos Garcia**

**EMPREGO E COMPARAÇÃO DO GONIOLIGHT COMO ALTERNATIVA AO  
GONIÔMETRO-BÚSSOLA NO SUBSISTEMA LINHA DE FOGO**

**Resende  
2023**

**TERMO DE AUTORIZAÇÃO DE USO DE DIREITOS AUTORAIS DE NATUREZA PROFISSIONAL**

**TÍTULO DO TRABALHO:** EMPREGO E COMPARAÇÃO DO GONIOLIGHT COMO ALTERNATIVA AO GONIÔMETRO-BÚSSOLA NO SUBSISTEMA LINHA DE FOGO

**AUTOR:** HUGO VICTOR SANTOS GARCIA

Este trabalho, nos termos da legislação que resguarda os direitos autorais, é considerado de minha propriedade.

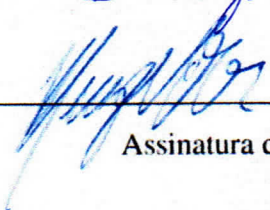
Autorizo a Academia Militar das Agulhas Negras (AMAN) a utilizar meu trabalho para uso específico no aperfeiçoamento e evolução da Força Terrestre, bem como a divulgá-lo por publicação em periódico da Instituição ou outro veículo de comunicação do Exército.

A AMAN poderá fornecer cópia do trabalho mediante ressarcimento das despesas de postagem e reprodução. Caso seja de natureza sigilosa, a cópia somente será fornecida se o pedido for encaminhado por meio de uma organização militar, fazendo-se a necessária anotação do destino no Livro de Registro existente na Biblioteca.

É permitida a transcrição parcial de trechos do trabalho para comentários e citações desde que sejam transcritos os dados bibliográficos dos mesmos, de acordo com a legislação sobre direitos autorais.

A divulgação do trabalho, em outros meios não pertencentes ao Exército, somente pode ser feita com a autorização do autor ou do Diretor de Ensino da AMAN.

Resende, 21 de agosto de 2023

  
Assinatura do Cadete

Dados internacionais de catalogação na fonte

G216e GARCIA, Hugo Victor Santos

Emprego e comparação do GonioLight como alternativa ao goniômetro-bússola no subsistema Linha de Fogo / Hugo Victor Santos Garcia – Resende; 2023. 39 p. : il. color. ; 30 cm.

Orientador: Samuel Ferreira Pedro

TCC (Graduação em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2023.

1. GonioLight. 2. Goniômetro-bússola. 3. Linha de Fogo. 4. Gun Laying and Positioning System. 5. Sistema Artilharia de Campanha. I. Título.

CDD: 355

Ficha catalográfica elaborada por Mônica Izabele de Jesus CRB-7/77231

**Hugo Victor Santos Garcia**

**EMPREGO E COMPARAÇÃO DO GONIOLIGHT COMO ALTERNATIVA AO  
GONIÔMETRO-BÚSSOLA NO SUBSISTEMA LINHA DE FOGO**

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 (a): 1º Tenente **Samuel Ferreira Pedro**

Resende  
2023

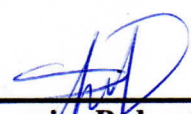
**Hugo Victor Santos Garcia**

**EMPREGO E COMPARAÇÃO DO GONIOLIGHT COMO ALTERNATIVA AO  
GONIÔMETRO-BÚSSOLA NO SUBSISTEMA LINHA DE FOGO**

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 21 de agosto de 2023:

Banca examinadora:

  
\_\_\_\_\_  
**Samuel Ferreira Pedro, 1º Ten**  
(Presidente/Orientador)

  
\_\_\_\_\_  
**Woody Allen Max dos Santos Oliveira, Cap**

  
\_\_\_\_\_  
**Jose Renato Monteiro de Carvalho, Cel**

Resende  
2023

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a meus pais, Rubia Aparecida Santos Garcia e Matusalém Tomaz Garcia, por serem minha base forte e sempre me incentivarem a realizar meus sonhos.

Aos meus familiares por me darem suporte nesta caminhada, especialmente ao meu tio, Cel Inf Clayton Verissimo Caetano, por me inspirar a seguir essa carreira.

Ao 1º Ten Art Samuel Ferreira Pedro pelos conhecimentos passados e pela dedicação e pronto apoio na confecção desta monografia.

## RESUMO

### EMPREGO E COMPARAÇÃO DO GONIOLIGHT COMO ALTERNATIVA AO GONIÔMETRO-BÚSSOLA NO SUBSISTEMA LINHA DE FOGO

AUTOR: Hugo Victor Santos Garcia  
ORIENTADOR: Samuel Ferreira Pedro

O Exército Brasileiro (EB), no intuito de acompanhar a evolução do combate moderno, vem adquirindo novos materiais de emprego militar (MEM) para sua artilharia por meio do subprograma Sistema de Artilharia de Campanha (SAC). Este trabalho apresenta uma análise da modernização dos MEM utilizados pela artilharia do Exército Brasileiro, em particular a substituição do Goniômetro-bússola (GB), instrumento óptico de medição angular em dotação dos GAC, pelo *Gun Laying and Positioning System* (GLPS) do modelo GonioLight, um sistema optrônico de pontaria fabricado pela Safran, no subsistema Linha de Fogo. O objetivo desta monografia é avaliar se essa modernização permitirá uma maior eficiência e precisão na pontaria, bem como a diminuição de erros nas peças. A pesquisa está estruturada em cinco capítulos: introdução e objetivos, revisão bibliográfica sobre Linha de Fogo e instrumentos ópticos, tipo e método de pesquisa, dados obtidos e análise comparativa dos instrumentos, e conclusão. Foi realizada uma pesquisa bibliográfica para levantar dados técnicos dos equipamentos analisados, conforme os padrões exigidos pela doutrina da Artilharia. Também foi realizada uma pesquisa experimental, com a execução de testes operacionais do GonioLight, visando responder à hipótese estabelecida neste estudo. Os resultados mostram que é possível a substituição do GB pelo GonioLight, contudo ainda há a necessidade de estudos mais aprofundados para verificar melhor a confiabilidade, eficiência e precisão para realizar os trabalhos na Linha de Fogo e a necessidade da confecção de um manual, caderno de instrução ou capítulo que ampare o emprego e operação do GLPS no subsistema estudado.

**Palavras-chave:** GonioLight. Goniômetro-bússola. Linha de Fogo. *Gun Laying and Positioning System*. Sistema Artilharia de Campanha.

## ABSTRACT

### EMPLOYMENT AND COMPARISON OF GONIOLIGHT AS AN ALTERNATIVE TO THE AIMING-CIRCLE IN THE FIRING UNIT

AUTHOR: Hugo Victor Santos Garcia

ADVISOR: Samuel Ferreira Pedro

The Brazilian Army, in order to keep up with the evolution of modern warfare, has been acquiring new military equipment for its artillery through the Campaign Artillery System subprogram. This monograph presents an analysis of the modernization of the MEM used by the Brazilian Army artillery, particularly the replacement of the optical instrument for angular measurement used by Artillery Units, with the Gun Laying and Positioning System (GLPS) of the GonioLight model, an optronic targeting system manufactured by Safran, in the Firing Unit. The objective of this monograph is to evaluate whether this modernization will allow for greater efficiency and precision in aiming, as well as a reduction in errors in the howitzer. The research is structured into five chapters: introduction and objectives, literature review on Firing Unit and optical instruments, research type and method, data obtained and comparative analysis of instruments, and conclusion. A bibliographic research was carried out to gather technical data on the analyzed equipment, according to the standards required by the Artillery doctrine. An experimental research was also conducted, with the execution operational tests of the GonioLight, in order to answer the hypothesis established in this study. The results show that the replacement of the aiming-circle with the GonioLight is possible, however, further studies are needed to better verify the reliability, efficiency and precision for carrying out work in the Firing Unit and the need for the creation of a manual, instruction booklet or chapter that supports the use and operation of the GLPS in the studied subsystem.

**Keywords:** GonioLight. Aiming-circle. Firing Unit. Gun Laying and Positioning System. Field Artillery System.



## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Organograma do GAC .....	13
Figura 2 - Organograma da Bia O .....	14
Figura 3 - Elementos topográficos da Linha de Fogo .....	15
Figura 4 - Pontaria recíproca .....	16
Figura 5 – Determinação de espaço imediato e elevação mínima.....	17
Figura 6 - Goniômetro-bússola e acessórios.....	18
Figura 7 - GonioLight V .....	19
Figura 8 – Realização do teste “T1” .....	26
Figura 9 – Equipamento AGLS .....	32

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1 – Delimitação das variáveis .....	21
Quadro 2 – Dados técnicos dos instrumentos de medição angular .....	24
Quadro 3 – Diferença radial de precisão do GPS .....	26
Quadro 4 – Precisão da distância.....	27
Quadro 5 – Diferença e precisão na leitura de coordenadas do obus .....	28
Quadro 6 – Tempo parcial e total da pontaria .....	30
Quadro 7 – Erro no feixe das peças .....	30
Quadro 8 – Relação de GAC .....	31

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – GLPS nos GAC.....	32
Tabela 2 – Uso do GLPS na LF.....	33

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	10
1.1	OBJETIVOS .....	12
1.1.1	<b>Objetivo geral</b> .....	12
1.1.2	<b>Objetivos específicos</b> .....	12
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	13
2.1	O SUBSISTEMA LINHA DE FOGO .....	13
2.2	PONTARIA DA LINHA DE FOGO .....	15
2.3	GONIÔMETRO-BÚSSOLA .....	18
2.4	GONIOLIGHT .....	19
<b>3</b>	<b>PROCEDIMENTO METODOLÓGICO</b> .....	21
3.1	TIPO DE PESQUISA .....	21
3.2	MÉTODOS .....	21
3.2.1	<b>Teste (T1) - Verificação da precisão</b> .....	22
3.2.2	<b>Teste (T2) - Pontaria da Linha de Fogo</b> .....	23
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	24
4.1	INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO .....	24
4.2	LINHA DE FOGO .....	25
4.2.1	<b>Teste da precisão</b> .....	26
4.2.2	<b>Teste da pontaria</b> .....	29
4.3	DISCUSSÃO .....	31
<b>5</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	34
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	36

## 1 INTRODUÇÃO

Os conflitos modernos, marcados cada vez mais pela rapidez e uso de novas tecnologias e táticas nos combates travados pelas forças, têm exigido da artilharia uma maior capacidade de realizar seus fogos com agilidade e precisão durante os períodos diurno e, principalmente, noturnos sob quaisquer condições e com a mesma rapidez de processamento das missões dentro de um teatro de operações. (CALDAS; 2017, p. 19)

Diante dessa nova exigência dos conflitos, o Brasil tomou como objetivo nacional de defesa “o adequado aparelhamento das Forças Armadas, empregando-se tecnologias modernas e equipamentos eficientes” (BRASIL, 2020b). Com isso, o Exército Brasileiro (EB), por meio do Escritório de Projetos do Exército (EPEX), vem modernizando suas forças com auxílio de diversos projetos estratégicos como o OCOP (Obtenção da Capacidade Operacional Plena), o qual tem por objetivo “a recuperação e/ou obtenção de novas capacidades da Força Terrestre (F Ter), por meio da substituição de Sistemas e Materiais de Emprego Militar (SMEM) defasados tecnologicamente ou no final de seu ciclo de vida” (EPEX, 2018).

Dessa maneira, buscando atender às novas necessidades da Artilharia brasileira, criou-se, dentro do OCOP, o Subprograma Sistema de Artilharia de Campanha (SAC), o qual “busca a reestruturação desse sistema, de modo a permitir o apoio às operações conduzidas pela F Ter, por intermédio da aplicação de fogos adequados às necessidades, de forma potente, precisa e oportuna.” (EPEX, 2018).

Uma das formas de reestruturar foi a busca de modernizar os meios utilizados dentro da Artilharia como o instrumento óptico de medição angular denominado Goniômetro-bússola (GB), o qual é utilizado nos subsistemas da Topografia (Topo), Observação (Obs) e Linha de Fogo (LF). Seguindo essa ideia, o EB realizou a aquisição de novos meios optrônicos para a pontaria, como o GonioLight, da Safran Vectronix, que permite levantar alvos com maior rapidez e precisão, otimizando a condução do tiro, e com a capacidade de ser utilizado dentro dos subsistemas acima citados.

Neste contexto, esta pesquisa busca tratar sobre a modernização do instrumento óptico decorrentes do subprograma SAC, com o objetivo de analisar a possibilidade de substituir o instrumento óptico tradicional pela utilização do *Gun Laying and Positioning System* (GLPS) do modelo GonioLight dentro do subsistema Linha de Fogo como um, visando aumentar a capacidade e a precisão do trabalho e diminuir a probabilidade de erro.

Isto posto, essa pesquisa atinge o interesse da força, uma vez que a comparação desses meios ópticos busca verificar se a modernização dos instrumentos permitirá uma maior eficiência dentro da linha de fogo. Além de estar inserido na área de doutrina e operações militares, conforme definido na Portaria nº734, de 19 de agosto de 2010, do Comando do Exército Brasileiro (BRASIL, 2010).

Logo, buscando atingir esse objetivo, o presente estudo está estruturado:

No primeiro capítulo existe uma introdução do tema deste trabalho, bem como seus objetivos gerais e específicos.

O segundo capítulo aborda a revisão da bibliográfica quanto a Linha de Fogo e os processos de pontaria e apresenta os instrumentos ópticos de medição angular a serem estudados.

No terceiro capítulo é exposto o tipo e método de pesquisa bem como a hipótese levantada e as variáveis estudadas com seus indicadores, além da descrição dos testes a serem realizados para comprovar ou refutar a hipótese.

O quarto capítulo contém os dados obtidos bibliograficamente e experimentalmente e, na sequência, analisados por meio da comparação entre os instrumentos ou com dados impostos por manuais doutrinários.

No quinto e último capítulo, o trabalho foi concluído conforme a exposição de dados e informações nos capítulos anteriores.

## 1.1 OBJETIVOS

### 1.1.1 Objetivo geral

Analisar o emprego do novo instrumento GLPS GonioLight dentro da Linha de Fogo e compará-lo ao atual GB neste mesmo subsistema.

### 1.1.2 Objetivos específicos

Para que seja possível a consolidação do objetivo geral, a pesquisa tomou por base alguns objetivos específicos para serem alcançados, a fim de que se mantenha uma ordem no raciocínio da execução deste trabalho. São os seguintes objetivos específicos:

- a) Verificar as características técnicas dos equipamentos ópticos, tradicionais e modernos, utilizado para realização da pontaria; e
- b) Realizar testes comparativos entre os instrumentos, por meio da pontaria de uma Linha de Fogo;

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

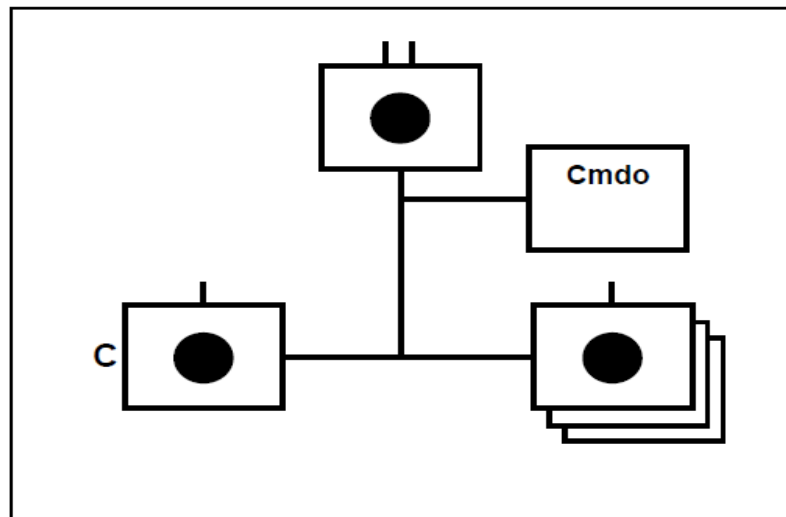
### 2.1 O SUBSISTEMA LINHA DE FOGO

“A Artilharia de Campanha tem por missão apoiar a força pelo fogo, engajando os alvos que ameacem o êxito da operação”. (BRASIL, 2019, p. 2-1).

O Grupo de Artilharia de Campanha (GAC), unidade tática básica da Artilharia de Campanha, pode prestar o apoio de fogo aos escalões brigada, divisão de exército e corpo de exército, empregando suas baterias, de forma centralizada ou descentralizada, dependendo dos fatores de decisão e conforme suas necessidades durante as operações. (BRASIL, 2020a, p. 2-1).

Em geral, os GAC orgânicos de brigada, são compostos por um Comando, uma Bateria de Comando (Bia Cmdo) e três ou quatro Baterias de Obuses (Bia O). (BRASIL, 2020a, p.2-2).

Figura 1 - Organograma do GAC



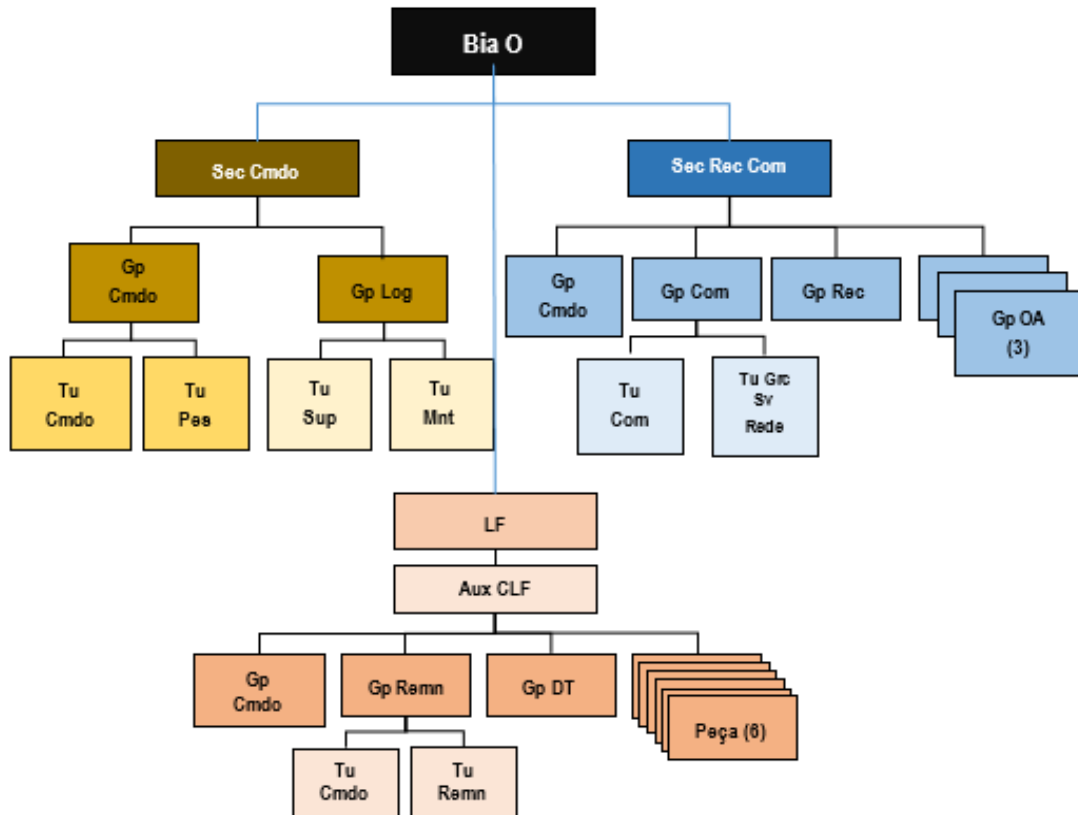
Fonte: BRASIL (2020)

Assim, a Artilharia de Campanha é estruturada de maneira sistêmica, dividindo-se, dentro do GAC e das Baterias, em subsistemas e seções que desempenham as atividades relacionadas à aplicação do poder de fogo, empregando de forma integrada e coordenada os subsistemas: Linha de Fogo, Observação, Busca de Alvos, Topografia, Meteorologia,



Comunicações, Logística, Direção e Coordenação de Tiro (também chamada de Central de Tiro). (BRASIL, 2019, p. 3-1).

Figura 2 - Organograma da Bia O



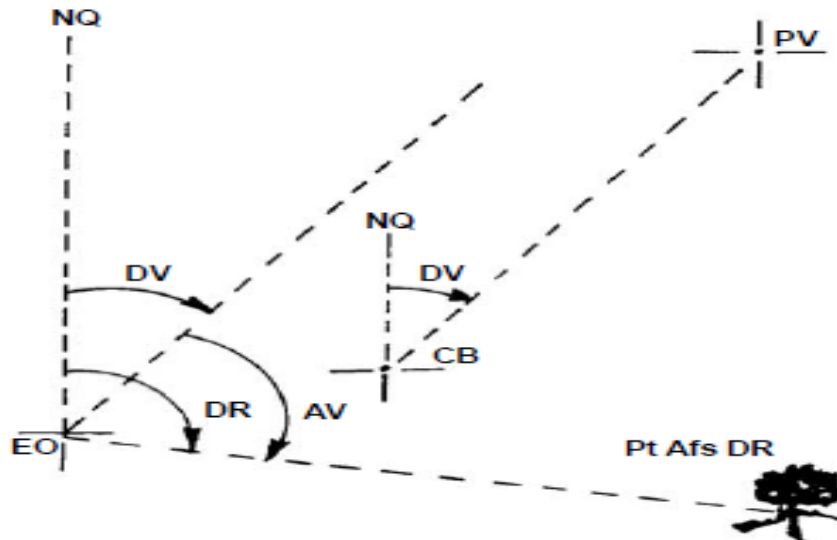
Fonte: BRASIL (2021)

Dessa forma, dentro de uma Bia O, o subsistema Linha de Fogo visa lançar artefatos cinéticos como granadas, foguetes e mísseis por meio de canhões, morteiros, obuseiros e lançadores, a fim de produzir um efeito específico sobre alvos designados. (BRASIL, 2019, p. 3-1). Para cumprir essa atividade é necessário ocupar uma posição tiro, onde o Comandante da Linha de Fogo (CLF) fará a pontaria de suas peças dentro desta posição.

## 2.2 PONTARIA DA LINHA DE FOGO

Segundo o manual C 6-40 Vol. I - Técnica de Tiro de Artilharia de Campanha, em seu 2º capítulo, caracteriza todo o processo da pontaria, a qual o CLF é o responsável pela execução da direção de tiro e da pontaria da bateria, além de como esta deverá ser realizada. Assim, para a efetuar a pontaria são utilizados alguns instrumentos como: goniômetro-bússola, bússola M2, luneta panorâmica. Também são necessários alguns elementos iniciais (DV, DR, AV, EO, CB e PV<sup>1</sup>), os quais são levantados pelo sistema da Topografia e repassados ao CLF para iniciar os trabalhos com as peças.

Figura 3 - Elementos topográficos da Linha de Fogo



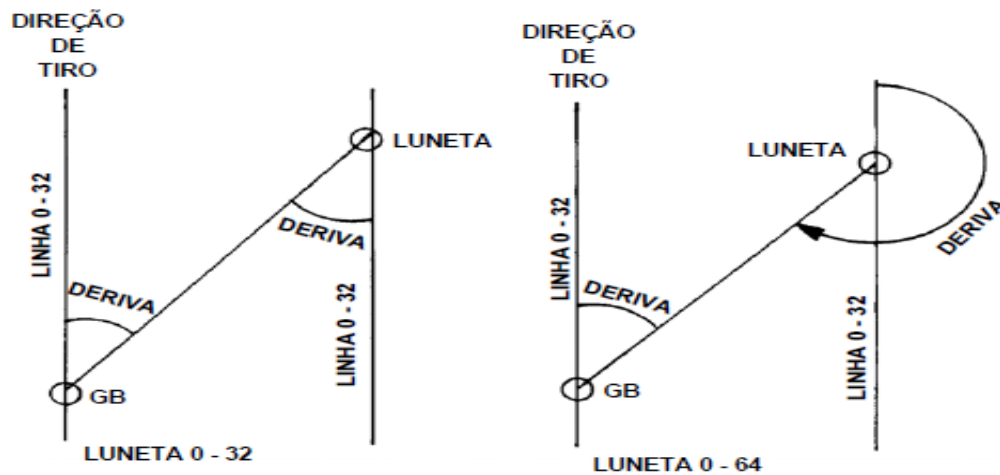
Fonte: BRASIL (2001)

Primeiramente inicia-se com a pontaria inicial, onde serão fornecidos os elementos iniciais para orientar o GB, deixando a linha 0-3200 do instrumento paralela à DV, e para colocar a frente da bateria voltada a uma direção tão próxima quanto possível à do alvo, região próxima onde será escolhido o PV (chamado também de CZA, centro da zona de ação). Os métodos que podem ser utilizados são: um lançamento; um ângulo de vigilância; um ponto de pontaria e uma deriva; um avião, foguete ou tiro de tempo alto. Apenas nos três primeiros métodos citados utiliza-se o GB e os elementos levantados pela Topografia, resultando assim numa maior precisão da pontaria.

<sup>1</sup> Respectivamente: direção de vigilância, direção de referência, ângulo de vigilância, estação de orientação, centro de bateria e ponto de vigilância.

Na sequência realiza-se a pontaria recíproca, pela qual a linha 0-3200 de um instrumento e o eixo do tubo do obus são alinhados de forma que fiquem paralelos entre si e voltados para o PV ou CZA. Esta pontaria pode ser efetuada por meio de um GB, de uma peça ou pela orientação do GB por meio de uma peça; sendo o mais comum o uso do primeiro método após ter orientado o instrumento pela pontaria inicial.

Figura 4 - Pontaria recíproca



Fonte: BRASIL (2001)

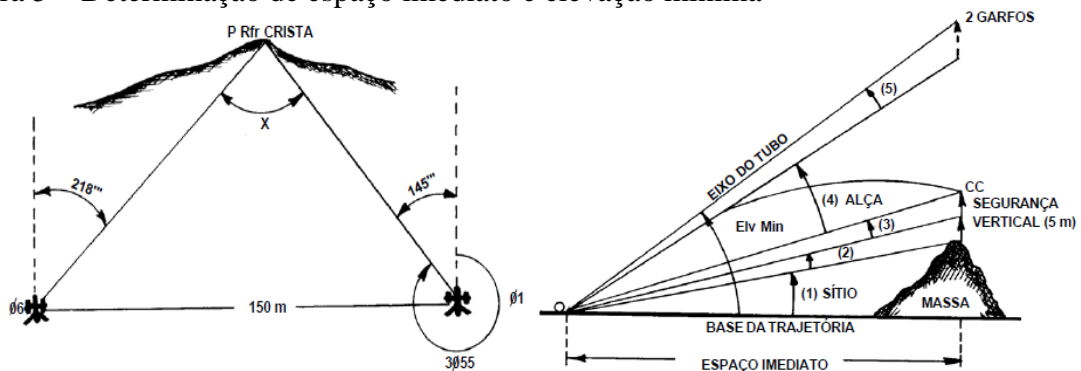
Após a pontaria recíproca e as peças apontadas, o CLF comandará que estas refiram-se sobre um ponto de referência, normalmente são utilizadas as balizas para amarração, e sobre uma deriva em comum (deriva de vigilância), conforme orientado nos manuais específicos de cada material. Pode-se, também, utilizar algum ponto afastado como ponto de referência para que as peças nele refiram, caso seja necessário.

Por último executa-se a verificação da pontaria, a qual “[...] o CLF verifica a pontaria, para assegurar-se de sua exatidão e do paralelismo entre as peças.”. Utilizando-se de um GB, diferente do utilizado para efetuar a pontaria inicial e recíproca, compara-se o paralelismo entre uma peça diretriz (PD) e as demais peças. O manual também preconiza:

Se o tempo não for suficiente para uma verificação completa, o CLF deve fazer uma verificação rápida, fazendo as peças referirem num ponto bastante afastado. [...] É obrigatório uma verificação, À VISTA, da DGT e do paralelismo. É sempre importante uma verificação do lançamento da DGT com uma bússola. (BRASIL, 2001, p. 2-13).

Finalizada a verificação do feixe, a bateria está pronta para realizar as missões de tiro enviadas pela Central de Tiro (C Tir). Contudo, caso o tempo permita, ainda é realizada algumas diligências complementares, sendo a primeira o cálculo da elevação mínima que compreende a aferição do espaço imediato (EI), obtido pela paralaxe das peças mais externa da LF, e a verificação da alça de cobertura (A Cob) de todas as peças, as duas medições em relação à massa cobridora da LF. Após efetuados os dois procedimentos, o CLF ou a C Tir Bia irá realizar o cálculo da elevação mínima para todas as cargas do obus utilizado.

Figura 5 – Determinação de espaço imediato e elevação mínima



FONTE: Adaptado de BRASIL (2001)

Na sequência, o CLF deve enviar à C Tir algumas informações que podem influenciar na execução do tiro, como: Bateria apontada (lançamento ou AV), deriva de vigilância, elevações mínimas, distribuição das peças em relação ao CB e quantidade, tipo de lote e peso dos projéteis.

### 2.3 GONIÔMETRO-BÚSSOLA

O Goniômetro-bússola pode ser definido, conforme o manual C 6-130 - Técnica de Observação de Tiro de Artilharia (1990, p. 3-5), como:

[...] um instrumento que por ser goniômetro, serve para medir ângulos horizontais e verticais em milésimos e, por ser bússola, estes ângulos horizontais podem ser tomados em relação ao NM e ao NQ, fornecendo, respectivamente, azimutes magnéticos (AzM) e lançamentos (Lanç).

Já o manual C 6-199 - Topografia do Artilheiro (1986, p. 3-10) complementa o GB como um aparelho “[...] para medir ângulos verticais de amplitudes limitadas e quaisquer ângulos horizontais. Entretanto, devido às características de construção, seu uso fica limitado aos trabalhos que devam ser realizados com precisão de 1/500.”.

Figura 6 - Goniômetro-bússola e acessórios



Fonte: BRASIL, 1986

Esse equipamento possui uma agulha magnética que permite uma orientação própria, contudo, essa orientação tem limite (10 Km) e validade anual devido a necessidade de definir a divisão de declinação (Dd). Para determiná-la orienta-se o GB em uma direção já conhecida e centra-se na agulha do instrumento, a leitura feita será a Dd do GB utilizado. (BRASIL, 1986, p. 3-25).

## 2.4 GONIOLIGHT

O GonioLight pode ser definido, de acordo com o seu manual, como “[...] um goniômetro digital leve que controla diferentes tipos de sensores interno e externo, processando os dados obtidos por eles e medindo os ângulos horizontais e verticais precisamente.”<sup>2</sup> (SAFRAN 2020, p. 30, tradução nossa).

Figura 7 - GonioLight V



Fonte: AUTOR (2023)

E tem como propósito “[...] determinação de alvos por *Observadores Avançado ou Controladores de Suporte Aéreo* e para levantamentos militares.”<sup>3</sup> e também a “[...] medição precisa dos ângulos horizontais e verticais, bem como o processamento de dados proveniente de seu equipamento e sensores opcionais.”<sup>4</sup>. (SAFRAN, 2020, p. 14, tradução nossa).

O sistema permite a avaliação precisa de sua localização por intermédio de um GPS interno (utilizando o sistema NAVSTAR-GPS, desenvolvido pelo Departamento de Defesa do

<sup>2</sup> No original: [...] a lightweight digital goniometer that controls different types of internal and external sensors, processes the data obtained by them and measures the horizontal and vertical angle (Az and V) very precisely.

<sup>3</sup> No original: [...] for target determination by FOs or FACs and military survey.

<sup>4</sup> No original: [...] precise measuring of horizontal and vertical angles (Az and V) as well as processing of data provided by the payloads and optional sensors.

Estados Unidos da América) ou externo ao equipamento, como também possibilita o uso de outras formas de obtenção da posição e orientação própria, permitindo uma localização e orientação em ambientes onde não há a cobertura GPS. Possui uma bússola digital que, junto a outros sensores, permite a determinação do norte magnético através de uma calibração internada para orientar automaticamente o instrumento, além de permitir a interação com outros dispositivos via cabo.

Outras funcionalidades deste goniômetro são a gestão de alvos e a ajustagem da direção do tiro da artilharia, permitindo a utilização desse material pelo Observador Avançado para correção dos tiros sobre o alvo de forma eletrônica e com uma melhor precisão nos dados da correção. Outra finalidade, a qual este trabalho se destina, é a pontaria dos obuseiros por diferentes métodos de pontaria, bem como aferir a coordenada de cada obus individualmente, o que possibilitaria uma melhor precisão em seu tiro como, por exemplo, em uma regulação.

### 3 PROCEDIMENTO METODOLÓGICO

#### 3.1 TIPO DE PESQUISA

Este trabalho tem por base o **método hipotético-dedutivo**, ao buscar resolver o problema por meio da formulação de uma hipótese a qual foi submetida a testes que visam corroborar ou refutar esta conjectura. Para isto foi realizada uma **pesquisa de caráter exploratório**, devido à escassez bibliográfica em relação ao tema estudado. Quanto à **abordagem da pesquisa**, utilizou-se, principalmente, a **pesquisa quantitativa**, visto que se busca índices numéricos para demonstrar as limitações e capacidades dos instrumentos.

Os **dados coletados** para a pesquisa têm como base o **bibliográfico**, com o foco nos manuais doutrinários do EB e manuais de operação dos instrumentos estudados, e utiliza-se, principalmente, do **experimental**, visto a realização de testes comparativos entre o GB e o GonioLight para evidenciar as diferenças de capacidades entre os instrumentos.

#### 3.2 MÉTODOS

Buscando atingir o objetivo da pesquisa, partiu-se da seguinte hipótese: o novo instrumento optrônico otimiza os trabalhos de pontaria na entrada de posição da linha de fogo.

Para a realização deste trabalho levantou-se duas variáveis: os instrumentos de medição, como variável independente, e os trabalhos na linha de fogo, como variável dependente. Dentro dessas variáveis foi apreciada as seguintes características:

Quadro 1 – Delimitação das variáveis

Variável	Indicadores	Forma de medição
Instrumento de medição	Precisão	Verificação dos dados de manual e bibliográfica
	Ótica	Verificação dos dados de manual e bibliográfica
	Capacidade operacional	Verificação dos dados de manual e bibliográfica
	Interoperabilidade	Verificação dos dados de



		manual e bibliográfica
	Manutenção	Verificação dos dados de manual e bibliográfica
	Rusticidade	Verificação dos dados de manual e bibliográfica
Linha de Fogo	Precisão na determinação das próprias coordenadas	Teste (T1)
	Precisão na determinação das coordenadas da peça	Teste (T1)
	Rapidez na entrada de posição	Teste (T2)
	Precisão na pontaria das peças	Teste (T2)

Fonte: Adaptado de CALDAS (2017)

Para a variável independente buscou-se analisar, por meios da pesquisa bibliográfica aos manuais doutrinários da Artilharia e manuais do operador (de cada instrumento), as características de cada material que influenciam o uso como um instrumento óptico dentro da LF. Quanto à variável dependente, fez-se uso de experimentos para comparar cada um dos instrumentos nas características avaliadas.

Além disso, com o fim de complementar o estudo quanto ao uso de equipamentos GLPS, foi formulado um questionário online (Google Forms), o qual foi enviado para CLF dos GAC com o intuito de: verificar a presença de equipamentos optrônicos dentro das Unidades, se sabem utilizar estes aparelhos na LF e se já realizaram tiro real com algum desses materiais.

### 3.2.1 Teste (T1) - Verificação da precisão

Este teste buscou aferir a precisão do GonioLight em determinar sua posição, utilizando seu GPS interno, bem como a precisão na medição de distâncias, por meio do telêmetro solidário ao instrumento, e da capacidade de apontar precisamente a posição do obus. Para realizar a verificação foi utilizado um GPS externo, modelo GARMIN GPSMAP 64sc, para comparar as coordenadas obtidas pelo GPS interno do GonioLight. Já para a distância,

comparou-se a leitura feita pelo telêmetro com a distância entre coordenadas mensurada pelo GPS GARMIN.

E, por fim, verificou-se a precisão na medição da coordenada do obus com o GLPS, para isso tomou-se como base a coordenada obtida pelo GARMIN no primeiro teste, inserindo esta no GonioLight, na sequência aferiu-se a coordenada o obus como o optrônico obtendo uma nova coordenada e, por último, comparou-se esta coordenada com uma gerada pelo GPS externo.

### **3.2.2 Teste (T2) - Pontaria da Linha de Fogo**

O presente teste buscou avaliar o tempo para executar a pontaria da LF, bem como a precisão desta por meio da verificação do feixe com o uso do GB.

Deste modo, foi posicionado uma Bia O a quatro peças, utilizando o obus 105mm M101 AR do Curso de Artilharia da AMAN e cadetes da AMAN, e foi realizado a pontaria das peças nos seguintes critérios:

- a) Instalação do equipamento e pontaria inicial;
- b) Pontaria recíproca;
- c) Verificação da pontaria e do feixe; e
- d) Medição da alça de cobertura e espaço imediato.

Onde foi analisado o tempo para a execução individual, de cada critério, e total do GB e do GonioLight e, na sequência, a precisão da pontaria das peças por meio do erro do feixe da pontaria de cada peça individualmente. A parte da amarração da pontaria, onde as peças refiram sobre um ponto de referência (baliza ou ponto auxiliar), não será contabilizada neste estudo por depender somente da guarnição da peça e não envolver os instrumentos analisados.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o propósito de verificar a viabilidade da hipótese apresentada no tópico anterior, nesse primeiro momento seguir-se-á a análise da variável independente (instrumento de medição), por meio da comparação das características técnicas encontradas nos manuais de operação de cada instrumento. Na sequência será analisada a variável dependente (Linha de fogo) por meio dos testes “T1” e “T2”.

### 4.1 INSTRUMENTO DE MEDIÇÃO

A apresentação dos resultados desta variável resumiu-se à comparação dos dados técnicos, encontrados em manuais do fabricante e do EB, e apresentados no quadro abaixo:

Quadro 2 – Dados técnicos dos instrumentos de medição angular

Indicadores	GB	GonioLight
<b>Precisão</b>	1) Angular: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Horizontal: 1’’’’;</li> <li>● Vertical: 1’’’’;</li> </ul>	1) Angular: <ul style="list-style-type: none"> <li>● Horizontal: 0.1’’’’;</li> <li>● Vertical: 1’’’’;</li> </ul>
<b>Ótica</b>	1) Lente com ampliação de 5x; 2) Possui dispositivo para iluminar o retículo durante a noite; 3) Não possui telemetria ou limite de alcance	1) Telêmetro com ampliação de 6x; 2) Possui retículo eletrônico para condições de pouca luz; 3) Telemetria: <ul style="list-style-type: none"> <li>● 50 m &lt; x &lt; 1500 m: precisão de ± 2 m;</li> <li>● &lt;50 m ou &gt;1500 m: precisão de ± 5 m;</li> <li>● Alcance 5 m à &gt;6 Km;</li> </ul>
<b>Capacidade operacional</b>	1) Não é capaz de levantar sua própria posição; 2) Orientação por meio de bússola interna ou utilização de ponto de referência; 3) Não possui capacidade de visão noturna; 4) Não há eletrônica	1) Capacidade de levantar sua posição por GPS (interno ou externo), utilizando o <i>Datum</i> WGS84 ou por interseção de pontos; 2) Orientação por meio da bússola digital, ponto de referência e astros;

	embarcada ou necessidade de bateria para seu funcionamento.	3) Possui adaptador para acoplar visão noturna externa e para orientação pelos astros; 4) Necessita de quatro pilhas para operar;
<b>Interoperabilidade</b>	Não há;	Via cabo;
<b>Manutenção</b>	1) Preventiva: operador; 2) Corretiva: Pq R Mnt;	1) Preventiva: operador; 2) Corretiva: fabricante;
<b>Rusticidade</b>	Material militarizado sem componentes eletrônicos	Material militarizado com componentes eletrônicos

Fonte: Adaptado de CALDAS (2017)

Com esta tabela pode-se assinalar que o GonioLight possui precisão angular compatível com a do GB para os trabalhos na LF, além de possuir capacidade de telemetria, de determinar sua própria posição e de utilizar os astros para se orientar. Outro fator importante é a interoperabilidade do instrumento, o qual pode ser conectado a um computador possibilitando o envio das informações da LF para outros componentes da artilharia por meio do Sistema Digitalizado de Artilharia de Campanha (SisDAC).

Vale ressaltar, contudo, a falta de capacidade de visão noturna intrínseca para os dois materiais, ainda que o GonioLight permita o uso de um sistema externo. Outro fator que pode influenciar a operabilidade é a necessidade, do GonioLight, de pilhas para operar e, também, a obrigatoriedade de os trabalhos serem feitos com o *Datum* WGS84, não permitindo a utilização de outro sistema de referência cartográfica como o SAD69 utilizado no Brasil. Por último, observou-se o problema do material estar totalmente em inglês, bem como seu manual, o que poderá dificultar o aprendizado e operação deste por outras pessoas que não saibam o idioma.

#### 4.2 LINHA DE FOGO

Nesse momento foi realizado a verificação experimental dos instrumentos por meio dos testes “T1” e “T2”, respectivamente. Primeiramente, o teste “T1” foi realizado somente com o GonioLight, já que busca verificar se a precisão do instrumento atende a preconizada nos

manuais. Já o teste “T2” foi realizado com os dois instrumentos, GonioLight e GB, visando buscar a diferença de operacionalidade entre eles.

#### 4.2.1 Teste da precisão

Inicialmente foi verificada a capacidade do instrumento de levantar a própria coordenada de forma precisa. Para isso, comparou-se, em distância (d) e em altura (h), as coordenadas do GPS interno do GonioLight com a coordenada de dois GPS do modelo GARMIN (diferenciados pelas letras “A” e “B” no quadro abaixo) em três posições diferentes (P1, P2 e P3) na Pista Andrade Neves (PAN) da AMAN.

Figura 8 – Realização do teste “T1”



Fonte: AUTOR (2023)

Para obter uma melhor precisão tridimensional da coordenada, foi configurada a Diluição da Precisão de Posição (PDOP<sup>5</sup>) para o valor máximo igual 2.0, valor em que o manual afirma ter um boa qualidade em suas coordenadas e que estas podem ser utilizadas. (SAFRAN, 2020, p. 91).

Quadro 3 – Diferença radial de precisão do GPS

Posição	GonioLight	GPS	Diferença
P1	0556147-7518096-424	A: 0556144-7518099-395	d: 4,24 m h: 29 m

<sup>5</sup> PDOP: Position dilution of precision.

	PDOP: 1.6	B: 0556142-7518097-420	d: 5,1 m h: 4 m
P2	0556240-7518088-421	A: 0556238-7518087-399	d: 2,24 m h: 22 m
	PDOP: 1.9	B: 0556233-7518089-411	d: 7,07 m h: 10 m
P3	0556275-7518225-411	A: 0556273-7518226-398	d: 2,24 m h: 13 m
	PDOP: 1.7	B: 0556276-7518226-405	d: 1,41 m h: 6 m

Fonte: AUTOR (2023)

Devido às limitações do sistema NAVSTAR-GPS, a aferição da altitude é menos precisa do que a posição bidimensional, além do PDOP ser afetado pela posição e o ângulo dos satélites visualizados pelo receptor GPS (SAFRAN,2020, p. 91). Porém, conforme o manual CI 6-199/1 (BRASIL, 2005, p. 6-3), para o levantamento de posicionamento automatizado para uma prancheta de tiro precisa a tolerância do posicionamento é “< 20 m (erro de precisão circular)”, enquanto a tolerância da altura é “< 10 metros”. Dessa maneira, o GPS interno do Goniolight atingiu uma diferença radial média, em relação ao GPS externo, de 3,72 metros, atendendo a capacidade de mensurar a sua própria posição bidimensional de maneira precisa dentro da Linha de Fogo. Porém, a aferição da altitude é prejudicada, seja devido às limitações do sistema, erro de leitura do sistema GPS causada pela diluição de posição vertical ou outros fatores externos; com isso, o equipamento atingiu uma média de 14 metros de diferença, um valor além da tolerância permitida.

Na sequência foi feita a aferição da precisão na leitura do telêmetro do equipamento. Para isso, colocou-se uma placa como ponto de referência (PR), obtendo as coordenadas Q (0556174-7518199-399) com o GPS Garmin “A” e, a partir das posições anteriormente utilizadas, comparou-se a leitura do telêmetro com a distância calculada pela diferença de coordenadas do GPS.

Quadro 4 – Precisão da distância

Posição	Distância GPS	Distância telêmetro	Diferença
<b>P1 - PR</b>	104,4 m	102,2 m	2,2 m

<b>P2 - PR</b>	128,99 m	119,2 m	9,79 m
<b>P3 - PR</b>	102,62 m	101,4 m	1,22 m

Fonte: AUTOR (2023)

Verifica-se que o telêmetro laser possui uma precisão de leitura próxima à aferida pelo GPS externo, com uma diferença média de 4,4 metros. A diferença entre a segunda medida para as demais pode ser devido a alguma limitação do laser quanto a forma de medição em relação ao alvo, como: superfície, angulação, capacidade reflexiva e condições atmosféricas e de luz. (SAFRAN, 2018, p.25). Dessa forma, considerando que a distribuição das peças, em relação ao CB, é medida em metros a passos duplos e com valores aproximados em cinco metros (BRASIL, 2001, p. 2-26), o telêmetro é consegue fornecer uma leitura dentro da tolerância doutrinária, com a possibilidade de utilizar essa distância para verificar o posicionamento das peças sem as aproximações nos cálculos do material.

Por último, apurou-se a capacidade de medir precisamente a coordenada do obuseiro pelo próprio equipamento. Para isso, partindo das posições anteriormente obtidas pelo GPS “A” (inserida no optrônico) e utilizando a leitura do telêmetro, o GonioLight calculou a coordenada do PR, utilizada como substituto do obus; assim obteve-se a diferença entre esta posição e a do GARMIN.

Quadro 5 – Diferença e precisão na leitura de coordenadas do obus

<b>Coordenada adquirida pelo GonioLight</b>		<b>Diferença da coordenada do PR</b>
<b>P1 - PR</b>	0556178-7518195-400	d: 5,66 m h: 1 m
<b>P2 - PR</b>	0556185-7518193-403	d: 12,53 m h: 4 m
<b>P3 - PR</b>	0556177-7518194-415	d: 5,83 m h: 16 m

Fonte: AUTOR (2023)

Analisando esses dados, percebe-se que o GonioLight é capaz de aferir as posições das peças, apresentando neste teste uma média radial de 8 metros (tolerância aceitável para os trabalhos da LF e C Tir conforme estabelecido pelo manual CI 6-199/1). Desta forma, permite

fornecer aos subsistemas, as posições dos obuses com maior precisão para executar as missões de tiro. Porém, é perceptível uma grande diferença na segunda medição em relação às outras e ao analisar essa diferença, foi verificado que a distância entre as coordenadas inserida no GonioLight e a lida pelo próprio equipamento foi de 118,52 metros, uma diferença de 0,68 metros da leitura do telêmetro, indicando que o erro foi decorrente da diferença na leitura feita pelo telêmetro anteriormente, resultando no cálculo da coordenada conforme a distância fornecida.

Observa-se, também, neste teste que, além da capacidade de mensurar a distância e coordenada das peças, o equipamento permite verificar o Espaço Imediato (EI) da LF, dado necessário para calcular as Elevações Mínimas (menor elevação em que poderá atirar com segurança sobre as massas cobridoras nas proximidades da LF, sem perigo para as tropas aliadas), ao suprimir a medição desta pela paralaxe das peças mais externas, fornecendo uma distância com precisão decimal e coordenada da massa cobridora à C Tir de Bia ou mesmo a de Grupo. (BRASIL, 2001, p.2-15 a 2-18).

#### **4.2.2 Teste da pontaria**

Neste teste foi mensurado o tempo de pontaria da LF, utilizando uma Bia O M101 AR a quatro peças guarnecida por Cadetes de Artilharia da AMAN. Foi contabilizado o tempo para: instalação do equipamento e pontaria inicial; pontaria recíproca; verificação da pontaria e do feixe; e o tempo total da pontaria; também foi observado o erro de feixe de cada peça individualmente.

Para isso foi realizada a pontaria com os dois instrumentos, cada um em uma EO diferente e próximas entre si (EO1 e EO2), mantendo o mesmo CB e ponto de referência para orientação. Foi fornecido ao CLF um P Afs DR, uma DR, uma DV e um AV. Foi considerado, para o começo da pontaria recíproca, as peças já abertas e voltadas para uma região próxima ao CZA, não necessitando realizar a amarração da pontaria, pois esses trabalhos dependem exclusivamente do adestramento da guarnição da peça, não influenciando na velocidade de operação do equipamento.

Com a realização da pontaria, foi obtido os seguintes dados:



Quadro 6 – Tempo parcial e total da pontaria

<b>Tempo</b>	<b>GB</b>	<b>GonioLight</b>
<b>Instalação e pontaria inicial</b>	05 min e 11 seg	06 min e 06 seg
<b>Pontaria recíproca</b>	06 min e 30 seg	07 min e 12 seg
<b>Verificação da pontaria e do feixe</b>	04 min e 27 seg	01 min e 34 seg
<b>Medição da alça de cobertura e espaço imediato</b>	03 min e 58 seg	01 min e 39 seg
<b>Total</b>	20 min e 06 seg	16 min e 31 seg

Fonte: AUTOR (2023)

Percebe-se que a diferença no tempo de pontaria dos instrumentos, entre as duas primeiras fases, bastante próximas, isto se deve à familiarização do operador com o instrumento utilizado e, também, na velocidade da peça em corrigir a sua pontaria, podendo aumentar ou diminuir o tempo. Já na verificação da pontaria e do feixe, o optrônico se destaca ao permitir verificações e obtenção de dados mais rápidos que as do GB.

Já quanto ao erro na precisão da pontaria, foi observado a seguinte diferença entre as peças:

Quadro 7 – Erro no feixe das peças

<b>Pontaria</b>	<b>1ª Pç</b>	<b>2ª Pç</b>	<b>3ª Pç</b>	<b>4ª Pç</b>
<b>GB</b>	+7''''	PD	+8''''	+9''''
<b>GonioLight</b>	-5''''	+3''''	PD	-3''''

Fonte: AUTOR (2023)

Ainda que as diferenças de feixe entre as peças sejam próximas, o GonioLight conseguiu entregar uma precisão melhor do que o GB. Esta diferença pode ter ocorrido devido a precisão de leitura horizontal do optrônico ser de 0,1''', o que permite uma precisão melhor durante as fases da pontaria. Outro fator que pode ter ocasionado a diferença é a folga tanto do GB, visto que já é um material um pouco mais antigo e pode já estar apresentando problemas mecânicos como folgas e certa imprecisão na leitura. (CHITOLINA, 2017, p. 16).

### 4.3 DISCUSSÃO

Apesar das capacidades demonstradas acima do novo optrônico, não existe algum manual ou caderno de instrução o qual instrua o uso do novo equipamento, o que gera um vácuo nas táticas, técnicas e procedimentos quanto à forma de utilizar o GLPS dentro da LF. Tendo em vista essa questão, buscou-se realizar uma pesquisa para verificar a difusão de equipamentos GLPS dentro das OM de Artilharia.

Inicialmente foi estabelecido como universo da pesquisa as Unidades de Artilharia de Campanha. Reduzindo o escopo, o questionário limitou-se a oficiais de Artilharia que exercem ou exerceram a função de CLF, seguindo essas restrições buscou-se a resposta de pelo menos um representante de cada GAC. Dessa forma, foi obtido a seguinte população:

Quadro 8 – Relação de GAC

<b>Unidade</b>	<b>Cidade</b>
1° GAC SL	MARABÁ-PA
2° GAC L	ITÚ-SP
3° GAC AP	SANTA MARIA-RS
4° GAC L MHT	JUIZ DE FORA-MG
5° GAC AP	CURITIBA-PR
6° GAC	RIO GRANDE-RS
7° GAC	OLINDA-PE
8° GAC PQDT	RIO DE JANEIRO-RJ
9° GAC	NIOAQUE-MS
10° GAC SL	BOAVISTA-RR
11° GAC	RIO DE JANEIRO - RJ
12° GAC	JUNDIAÍ-SP
13° GAC	CACHOEIRA DO SUL-RS
14° GAC	POUSO ALEGRE-MG
15° GAC AP	LAPA-PR
17° GAC	NATAL-RN
18° GAC	RONDONÓPOLIS-MT
19° GAC	SANTIAGO-RS
20° GAC L	BARUERI-SP
21° GAC	NITERÓI-RJ
22° GAC AP	URUGUAIANA-RS
25° GAC	BAGÉ-RS
26° GAC	GUARAPUAVA-PR
27° GAC	IJUÍ-RS
28° GAC	CRICIÚMA-SC

29° GAC AP	CRUZ ALTA-RS
31° GAC (Es)	RIO DE JANEIRO-RJ
32° GAC	BRASÍLIA - DF

FONTE: Autor (2023)

Partindo dessa população de 28 OM, com o intuito de atingir uma maior confiabilidade, buscou atingir um nível de confiança igual a 90% e erro amostral de 10%. Por conseguinte, a amostra dimensionada como ideal foi de 20.

Primeiramente verificou-se a presença do equipamento GLPS dentro das Unidades, utilizando como base o GonioLight e o sistema *Atlas Gun Laying System* (AGLS) (um modelo de GLPS mais comum nas Unidades de Artilharia e com capacidade de pontaria semelhante à do GonioLight, porém mais utilizado para Obs e Topo dentro dos GAC).

Figura 9 – Equipamento AGLS



Fonte: FORÇAS TERRESTRE (<https://www.forte.jor.br/2016/10/24/3o-gac-ap-exercicio-com-novo-material-da-artilharia-brasileira/> acesso em 14 de maio de 2023)

Tabela 1 – GLPS nos GAC

GAC que possuem GLPS	Amostra	
	Valor absoluto	Percentual
GonioLight	4	14,3%
AGLS	24	85,7%
Não possui	4	14,3%

Fonte: AUTOR (2023)

Devido ser um equipamento recentemente adquirido pelo EB, o GONIOLight está pouco presente nos GAC, contudo, este material já se encontra presente, principalmente, nas Unidades de Artilharia que fazem parte da Força de Pronto (FORPRON) como o 10º GAC SI, o 5º GAC Ap e o 20º GAC L Amv. Considerando a quantidade de AGLS presente nas OM, percebe-se que o equipamento GLPS já está bem difundido nas Unidades, restando apenas algumas que não possuem algum desses materiais ou estes não estarem disponíveis para a LF.

Este formulário procurou, também, saber se os CLF dessas OM sabem utilizar esse material na linha de fogo, visto que o AGLS já se encontra na maioria das Unidades, além de que o uso deste material está presente como matéria dentro do Plano de Disciplina (PLADIS) do 4º ano de Artilharia da AMAN desde a segunda metade da década de 2010, contudo voltado para o assunto de Topografia (AMAN, 2017). Também foi questionado se já utilizaram para realizar pontaria da LF e se já realizaram tiro real com este material.

Tabela 2 – Uso do GLPS na LF

Uso do GLPS na LF	Amostra	
	Valor absoluto	Percentual
<b>Sabem utilizar o material na LF</b>	<b>21</b>	<b>75%</b>
<b>Já realizou a pontaria com GLPS</b>	<b>13</b>	<b>46,4%</b>
<b>Realizou tiro real com GLPS</b>	<b>5</b>	<b>17,9%</b>

Fonte: AUTOR (2023)

Percebe-se que grande parte dos CLF já possuem o conhecimento de como o GLPS dentro da LF, ainda que a maioria das OM utilizem o AGLS voltados para Obs e Topo. Porém, apesar deste conhecimento, apenas 13, dentre os 21 CLF que sabem utilizar o material na LF, já efetuaram a pontaria com o optrônico (12 com AGLS e um com AGLS e GONIOLight). Não obstante, a quantidade de CLF que já executaram tiro real com algum GLPS é menor ainda, somente cinco dos 13 que realizaram uma pontaria. Alguns dos fatores que podem influenciar na realização da pontaria e do tiro real, segundo observações feitas por alguns dos CLF, são: a limitação na quantidade de aparelhos e sua priorização para a Topo ou Obs; e a dificuldade em seu manuseio para LF devido à falta de adestramento ou demora/dificuldade em configurá-lo.

## 5 CONCLUSÃO

Com o intuito de modernizar a Artilharia, o EB adquiriu de novos MEM optrônicos, chamados *Gun Laying and Positioning System* (GLPS), para substituir o instrumento ótico de medição angular, Goniômetro-bússola (GB), dentro de seus subsistemas. Esta aquisição desse material trouxe a imprescindibilidade de verificar a viabilização dessa permuta de material. Devido a esta necessidade, este trabalho teve como objetivo geral analisar o emprego do GLPS GonioLight dentro da Linha de Fogo e compará-lo ao atual GB. Buscando atingir esse objetivo, definiu-se como objetivos específicos a verificação e comparação das características de cada material e a comparação operacional por meio da realização da pontaria da LF com ambos instrumentos.

Fazendo essas comparações, pode-se verificar no GonioLight características que destacam o instrumento, como: capacidade de obter sua posição e orientar-se de diversas maneiras, precisão decimal na leitura horizontal de ângulos, possibilidade de operar com uso da visão noturna e, principalmente, a capacidade de comunicar-se externamente. Este último fator poderia, futuramente, permitir a conexão com o sistema Gênesis, um sistema digital da Artilharia que integra os subsistemas Observação, Central de Tiro e Linha de Fogo, permitindo a interoperabilidade dos subsistemas e a realização das missões de tiro mais rápidas e precisas.

Vale destacar que o material apresenta certo ônus, como a necessidade de pilhas para operar o equipamento, necessitando sempre ter pilhas reservas para evitar a interrupção dos trabalhos. Outro problema é a utilização exclusiva do *Datum* WGS84 e do sistema NAVSTAR-GPS, não permitindo sua alteração para algum outro utilizado pelo EB como o *Datum* SAD69. Outra dificuldade é a inexistência de manuais ou cadernos de instrução que auxiliem na utilização deste tipo de material dentro da LF, além do seu manual estar em inglês, o que pode prejudicar o aprendizado sobre o instrumento.

Após os testes com o material, ficou evidenciado uma melhor eficiência durante a realização da pontaria das peças, com uma redução no tempo de pontaria e uma melhor precisão ao apresentar um menor erro na verificação do feixe. Porém, ainda apresenta a necessidade de realizar estudos mais aprofundados para verificar melhor sua precisão e eficiência, como a condução da pontaria em condições diversas (pontaria noturna, regulação e posição em 6400) e, possivelmente, a execução de tiro real para analisar sua eficiência. Também seria grande aproveitamento estudos sobre aplicação ou adaptação doutrinária para o uso do equipamento

GLPS, visando um melhor aproveitamento do material além de permitir um melhor adestramento.

Conclui-se, portanto, que o GonioLight possui as capacidades para substituir o Goniômetro-bússola, contudo, ainda carece de um estudo mais aprofundado, aliado a testes de campo, para tratar sobre o nível de confiabilidade, eficiência e precisão do instrumento para a Linha de Fogo. Feito isso, necessita-se, também, a elaboração de manual ou caderno de instrução que aborda a utilização e padronizações para o uso do equipamento e ampare a realização da pontaria por esse instrumento, ou ao menos a adequação de algum já vigente, como o C 6-40 (BRASIL, 2001) que aborda sobre a Linha de Fogo.

## REFERÊNCIAS

AMAN. Academia Militar Das Agulhas Negras. **Plano de disciplina (PLADIS)** - Plano integrado de disciplina (PLANID) 4º ano/curso de artilharia. 2017. Disponível em: <http://bdex.eb.mil.br/jspui/handle/123456789/11431> . Acesso em: 21 de maio de 2023.

\_\_\_\_\_. Academia Militar Das Agulhas Negras. **Manual de iniciação à pesquisa científica**. Resende: Editora Acadêmica, 2019.

BRASIL. Ministério da Defesa. **Portaria n° 734, de 19 de agosto de 2010**. Brasília, DF, 2010.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. **MD35-G-01**: Glossário das Forças Armadas. 5. ed. Brasília, DF. 2015

\_\_\_\_\_. Exército. Estado-Maior. **C 6-199**: Topografia do Artilheiro. 3. ed. Brasília, DF: EGGCF, 1986.

\_\_\_\_\_. Exército. Estado-Maior. **C 6-130**: Técnica de Observação do Tiro de Artilharia de Campanha. 1. ed. Brasília, DF: EGGCF, 1990.

\_\_\_\_\_. Exército. Estado-Maior. **C 6-40**: Técnica de Tiro de Artilharia de Campanha. 5. ed. Brasília, DF: EME, 2001. 2v

\_\_\_\_\_. Exército. Comando de Operações Terrestres. **CI 6-199/1**: O Levantamento Topográfico Eletrônico. 1. ed, Brasília, DF: SEG COTER, 2005.

\_\_\_\_\_. Exército. Comando de Operações Terrestres. **EB70- MC-10.224**: Artilharia de Campanha nas Operações. 1. ed. Brasília, DF: COTER, 2019.

\_\_\_\_\_. Exército. Comando de Operações Terrestres. **EB70-MC-10.360**: Grupo de Artilharia de Campanha, 5. ed. Brasília, DF: COTER, 2020a.

\_\_\_\_\_. Exército. Comando de Operações Terrestres. **EB70-MC-10.361**: Reconhecimento, escolha e ocupação de posição do Grupo de Artilharia de Campanha, 1. ed. Brasília, DF: COTER, 2021.

\_\_\_\_\_. Ministério da Defesa. **Estratégia nacional de defesa**. Brasília, DF: Ministério da Defesa, 2020b. Disponível em: [https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy\\_of\\_estado-e-defesa/estrategia-nacional-de-defesa](https://www.gov.br/defesa/pt-br/assuntos/copy_of_estado-e-defesa/estrategia-nacional-de-defesa). Acesso em: 17 de julho de 2022.

EPEX. **Portfólio Estratégico do Exército**, Brasília, 2018. Disponível em: [http://www.epex.eb.mil.br/images/pdf/REVISTA-EPEX\\_2018\\_S-MARCA-compressed.pdf](http://www.epex.eb.mil.br/images/pdf/REVISTA-EPEX_2018_S-MARCA-compressed.pdf). Acesso em 22 de julho de 2022.

SAFRAN. VECTRONIX AG **PLRF25C BT X2**: User Manual, Heerbrugg, Suíça: Vectronix AG, 2018.

SAFRAN. VECTRONIX AG. **DOS GonioLight**: user manual. Heerbrugg, Suíça: Vectronix AG, 2020.

CALDAS, Leandro Rodriguez. **A modernização de material de emprego militar**: estudo comparativo da utilização de instrumento optrônico de medição angular no âmbito dos subsistemas topografia, linha de fogo e observação, do sistema operacional apoio de fogo da Artilharia de Campanha, S. Giro do Horizonte, v. 6, n. 1, p. 19-44, 2017. Disponível em: <http://www.ebrevistas.eb.mil.br/index.php/GH/article/view/2231> . Acesso em: 07 de fevereiro de 2023.

CHITOLINA, Luiz Felipe. **O emprego do AGLS como alternativa para realizar o levantamento topográfico necessário ao tiro de Artilharia de Campanha**. 2017. 20 f. Monografia (Especialização em Ciências Militares) – Escola de Aperfeiçoamento de Oficiais. Rio de Janeiro, 2017.

SIQUEIRA, Iago Capanema. **Meios Eletrônicos no Grupo de Artilharia de Campanha**: estudo quanto à tecnologia agregada, à precisão e à rapidez na obtenção de dados topográficos. 2016. 62f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2016.

SPIDO, João Franco Giacomini. **Vantagens e desvantagens do Automatic Gun Laying System em relação ao goniômetro-bússola para levantamento de dados topográficos de Artilharia de Campanha no combate convencional moderno**. 2016. 33 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2016.

FURRIEL. Brunno Moreira. **Influência da tecnologia empregada na topografia da Artilharia de Campanha**. 2020. 40f. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Ciências Militares) - Academia Militar das Agulhas Negras, Resende, 2020.