

# ANÁLISE DA RESISTÊNCIA DO GATILHO DO RIFLE CBC 8122 DURANTE O ACIONAMENTO PARA USO ESPORTIVO

Natan Boschetti<sup>1</sup>  
Paulo Vicari<sup>2</sup>

## RESUMO

O tiro esportivo é uma modalidade que tem ganhado cada vez mais adeptos no Brasil, com a crescente popularidade, surgem também competições acirradas entre os atiradores, que buscam constantemente melhorar suas pontuações, e um fator determinante para um disparo preciso é a resistência ideal do gatilho, que consistente no momento de puxar o gatilho. Neste estudo foi desenvolvida uma pesquisa dedicada à análise da resistência do gatilho no tiro esportivo, onde foram coletados dados da mola original, logo após foram dimensionadas, fabricadas molas utilizando diferentes materiais, e realizado testes práticos, assim coletados dados para observar se houve melhora no funcionamento do gatilho durante o disparo. Os resultados obtidos foram bastante significativos. Ao comparar a mola original, feita de aço carbono com arame de 1 mm de diâmetro, com a mola fabricada com aço inoxidável de 0,8 mm de diâmetro, constatou-se uma diferença significativa no peso de acionamento do gatilho, a média de peso de acionamento do gatilho para a mola original foi de 4080 kgf, enquanto que a mola fabricada com aço inoxidável apresentou uma média de 2437,5 kgf, apresentando uma redução de aproximadamente 40% no peso de acionamento do gatilho. Esse resultado é muito promissor, uma vez que um peso de acionamento do gatilho menor pode proporcionar uma maior precisão e estabilidade durante o disparo no tiro esportivo. Além disso, um gatilho mais leve também pode contribuir para reduzir a fadiga muscular do atirador durante longas sessões de treinamento ou competições.

**Palavras-chave:** Tiro Esportivo. Mola mecânica. Dimensionamento. Resistência do Gatilho.

## 1 INTRODUÇÃO

Armas de fogo são dispositivos que lançam projeteis utilizando a força de expansão de gases, formado a partir da queima do propelente, dentro de um compartimento com prolongamento cilíndrico, sendo sua função dar continuidade a combustão gerada, as armas de fogo são máquinas térmicas, projetada dentro dos princípios da termodinâmica, e por este motivo são projetadas e construídas por engenheiros mecânicos. Podem ser classificadas de diversas formas, seja com base no seu cano, dimensões, funcionamento, modo de recarregar, sistema de percussão e calibre (Rebelo, 1967; Brasil, 2000; Tochetto, 2006).

Entre as principais indústrias bélicas brasileiras, notam-se nomes como Taurus, Companhia Brasileira de Cartuchos (CBC), Indústria de Material Bélico do Brasil (IMBEL), Boito, DFTA Defense e Fire Eagle Armory. Existem diversos fabricantes de armas de fogo no

---

<sup>1</sup> Graduando em Engenharia Mecânica (UCEFF, 2023). E-mail: natanboschetti@outlook.com

<sup>2</sup> Mestre em Tecnologia e Gestão da Inovação (UNOCHAPECÓ, 2023). E-mail: paulo.vicari@uceff.edu.br

mundo inteiro, cada um fabrica diferentes modelos, diferentes calibres e para diferentes finalidades, sendo para uso policial, esportivo, recreativo e civil, como por exemplo, esporte, caça, defesa pessoal e colecionismo (Rebello, 1967).

Com a introdução da pólvora na Europa rapidamente se fez de sua utilização para fins bélicos, as primeiras armas de fogo surgiram em 1308, com os primeiros canhões que utilizavam pedras e ferros como projétil. As armas de fogo surgiram com o intuito de aumentar o poderio bélico em guerras e batalhas, sendo suas primeiras aparições no ano de 1346. Com o passar do tempo sua eficácia em combate foi aprimorada e ao longo dos anos adaptada para a utilização na prática do tiro esportivo (Monteiro, 2003; Brasil, 2020).

O surgimento do tiro esportivo aconteceu no século XIX na Suécia, logo se espalhando pelos países da Europa. Seu surgimento no Brasil se deu por meio da imigração europeia, principalmente por alemães e italianos, que se instalaram na região sul do país. No ano de 1920 o Brasil recebia sua primeira medalha de ouro nos jogos olímpicos, através do tiro esportivo nos jogos da Antuérpia na Bélgica (Brasil, 2020; Junior, 2016).

Nos dias atuais a prática do tiro tem como objetivo o treinamento de forças de segurança pública, atividade recreativa e a prática esportiva. O tiro é uma atividade habitual e necessária, para os seus praticantes, por isso com o passar do tempo melhora dos mecanismos de disparo foram fundamentais para a melhor eficiência do atirador, tanto no quesito de segurança quanto para o esporte, como consequência disso o desempenho do atirador é motivado pelo equilíbrio e estabilidade da arma em suas mãos (Mononen, 2003).

Como forma de melhorar a eficiência do disparo no tiro esportivo, o objetivo deste trabalho é estudar a possibilidade de executar alterações no mecanismo do acionamento do armamento através do dimensionamento da mola de ação do percussor, responsável pelo acionamento do gatilho. Uma vez que quanto menor for a resistência do gatilho durante o acionamento, menor o esforço que o atirador irá aplicar sobre o mesmo, assim determinando um bom tiro e um melhor agrupamento dos disparos no alvo. Uma vez que quanto menor for a resistência do gatilho durante o acionamento, menor o esforço que o atirador irá aplicar sobre o mesmo, assim determinando um bom tiro e um melhor agrupamento dos disparos no alvo (Villegagnon, 2009).

## **2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

## 2.1 ARMAS DE FOGO

As armas de fogo são dispositivos complexos que funcionam através d combinação de elementos essenciais: o arremessador (sendo a arma), a carga de lançamento (pólvora) e o projétil, essa combinação permite que a arma tenha a capacidade de disparar projeteis com força e velocidade (Cauneto, 2018).

No início as armas de fogo foram desenvolvidas principalmente para fins militares, sua tecnologia revolucionaria permitiu que os exércitos tivessem um poder de fogo superior e maior alcance em comparação as armas de combate corpo a corpo, como espadas e lanças. A eficácia das armas de fogo em batalhas e guerras contribuiu para a sua popularização e avanço ao longo dos anos (Junior ,2016).

Os primeiros rifles a serem fabricados foram em 1966 pela empresa Winchester, sendo pouco potente, e de baixo alcance e precisão, por isso sendo pouco procurado, sendo mudado seu projeto em 1873 pelo engenheiro Tyler Henry, que substituiu suas cargas convencionais por cartuchos de latão com espoletas incluídas, o que permitiu ser uma arma com calibres mais fortes e precisos, também melhorado seu designer, o que as deixou mais popular (Teschke, 2019).

No Brasil, anos atrás a pratica do tiro era muito discriminada pelo desarmamento imposto a sociedade, em consequência da política aplicada no país, a prática do tiro esportivo nos tempos atuais cada dia mais vem ganhando popularidade (Mononen, 2003).

A Companhia Brasileira de Cartucho (CBC) é uma indústria Brasileira, fundada em 1926, no estado de São Paulo e com sua segunda planta no Rio Grande do Sul em 2000, tendo em 2020 o lançamento do rifle cbc 8122, sendo uma serie comemorativa pelos 100 anos da primeira medalha de ouro olímpica na modalidade de tiro esportivo (CBC, 2020).

## 2.2 CARACTERISTICA DO ARMAMENTO PARA COMPETIÇÃO

O rifle utilizado nas competições é: Rifle CBC 8122 .22 lr Bolt Action (Ação por ferrolho), sendo fabricado sob rigoroso controle de qualidade e submetido a diversos testes para validação do seu perfeito funcionamento (CBC, 2020).

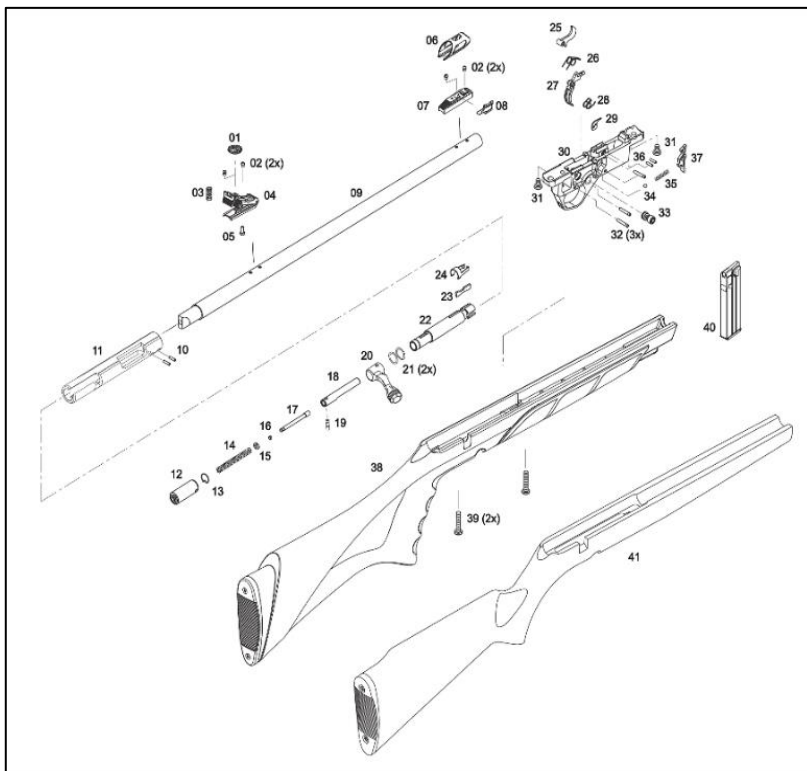
**Figura 1 - Rifle CBC 8122 .22 lr Bolt Action (Ação por ferrolho)**



Fonte: CBC (2020).

De acordo com a Figura 1, mostra o rifle CBC 8122 .22 lr Bolt Action, fabricado com sua versão atualizada da série 8122, ou seja, modelo que é diferenciado pela sua construção, o rifle CBC 8122 é fabricado através do processo de usinagem, seu conjunto de cano e ferrolho são fabricados de aço carbono e sua coronha pode variar conforme o cliente desejar, podendo ser de madeira ou polímero (CBC, 2020).

**Figura 2 - Vista explodida Rifle CBC 8122.**



Fonte: CBC (2020).

De acordo com a Figura 2, mostra a vista explodida, onde mostra a relação e a sequência de montagem das diversas peças da arma, sendo os componentes separados por uma distância (CBC, 2020).

Com o tiro de precisão se popularizando cada vez mais no Brasil, diversas empresas de armas internacionais vêm comercializando seus produtos para os amantes da prática do tiro, variando valores e características do armamento (OHF, 2020).

Com isso a empresa Ruger, uma das maiores empresas de armas de fogo dos Estados Unidos, fundada em meados dos anos 40, ficou famosa por produzir fuzis que foram utilizados em guerras pelo exército dos Estados Unidos, disponibilizando vários modelos, hoje um dos modelos mais utilizados no mundo inteiro por grandes atletas o Ruger 8370, conforme mostra a figura 3, o Ruger 8378 tem por intuito a prática do tiro esportivo a distâncias que chegam próximas ao limite efetivo do calibre .22 nela utilizado, sendo em torno de 300 metros (OHF, 2020).

**Figura 3 – Rifle Ruger 8378.**



Fonte: OHF (2020).

As armas com características de repetição manual tendem a serem mais precisas, rígidas e justas do que as semiautomáticas, já que por sua vez o funcionamento do sistema semiautomático tem sua ação operada pelos próprios gases gerado no momento do disparo na queima do propelente, precisam de tolerâncias maiores para seu funcionamento operar garantidamente, tendem a ter seu fechamento do sistema de ferrolho menos rígido e repetível, portanto o uso de armamento de repetição manual tendem a ser mais utilizados para o tiro de precisão (Trevizoli, 2021)

### 2.3 MECÂNISMO DE DISPARO

A arma é composta pelo arremessador (sendo a arma), a carga de lançamento (pólvora) e o projétil, arma de fogo é uma máquina termodinâmica que lança corpos pesados, chamados projeteis a longa distância e com grandes velocidades, utilizando a força de expansão dos gases gerados pela queima do propelente (Cauneto, 2018; Junior, 2016)

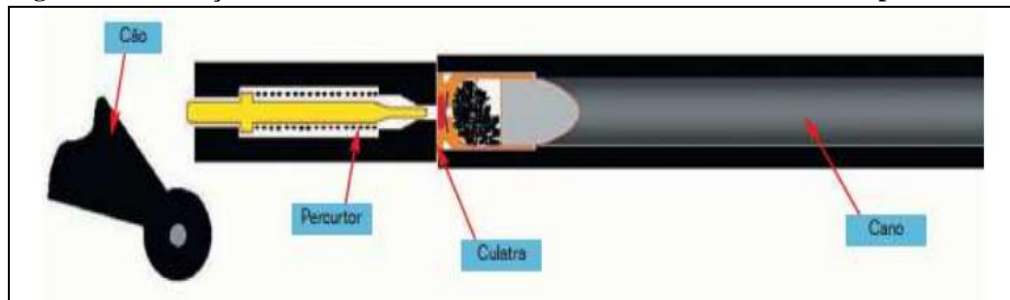
Cada modelo de arma dispõe de suas qualidades balísticas, sendo elas: distância máxima que o projétil seja lançado com precisão; força em que o projétil possui no momento do impacto com o alvo; e precisão da arma ao realizar os disparos (Junior, 2016).

Com as competições de tiro esportivo, as armas necessitam de um alto potencial para garantir uma precisão eficiente (Villegagnon, 2009).

O funcionamento das armas de fogo pode ser classificado em duas ações, ação simples e ação dupla (OHF, 2020). Ação simples: as armas de ação simples são aquelas que para serem efetuados disparos, necessitam que o ferrolho seja manobrado ou o cão armado de forma manual (OHF, 2020).

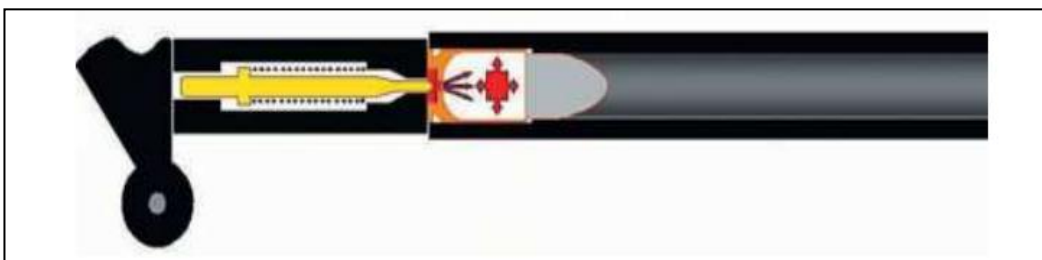
Ação dupla: as armas com ação dupla permitem que o atirador não manobre o ferrolho de forma manual, o simples ato de puxar o gatilho leva o cão a retaguarda e quando chega no ponto de desarme do gatilho ocorre o disparo (OHF, 2020). Para a combustão do propelente, é necessário que haja ignição da espoleta, sendo demonstrado nas Figuras 4, 5 e 6.

**Figura 4 – Ilustração mostrando um cartucho dentro da câmara antes do disparo.**



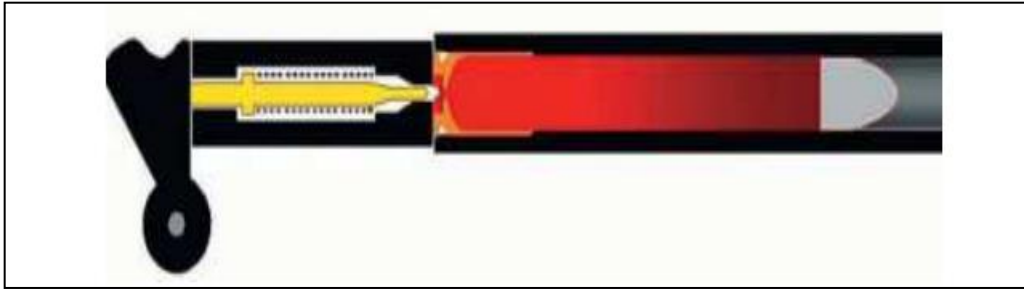
Fonte: Sato (2003).

**Figura 5 – Momento de percussão da espoleta atuando na combustão da pólvora.**



Fonte: Sato (2003).

**Figura 6 – Expansão de volume e pressão causando a expulsão do projétil.**



Fonte: Sato (2003).

Onde, através das figuras apresentadas a cima, pode-se ter uma melhor noção de como funciona cada parte destas fases (Cauneto, 2018).

#### 2.4 MUNIÇÃO PARA ARMA DE FOGO

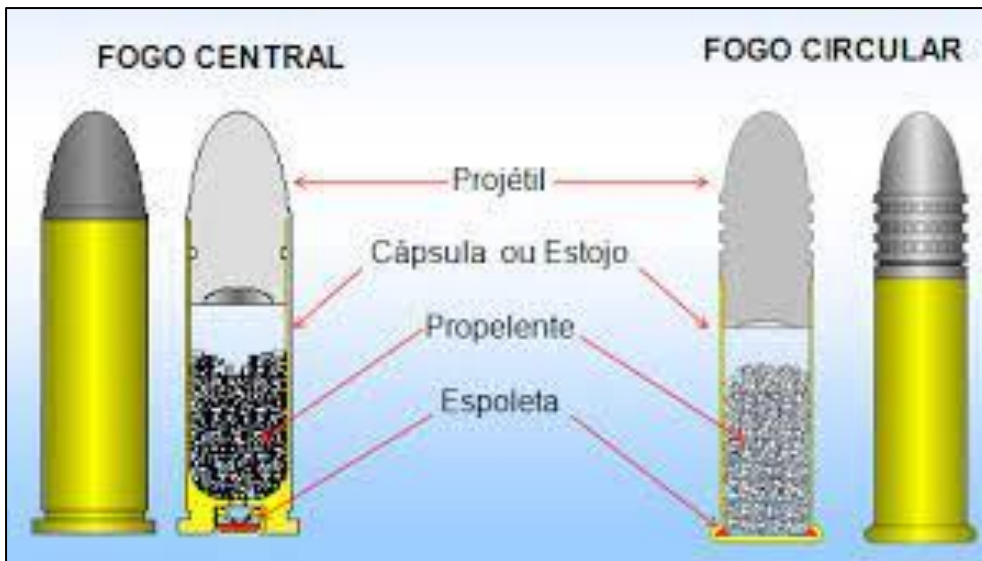
A munição da arma de fogo é o produto completo, pronto para o disparo de uma arma de fogo, sendo dividido por: estojo, espoleta, pólvora e projétil (Marcondes, 2015).

Estojo, por sua vez é o que possibilita que todos os componentes da munição fiquem unidos em um único componente, também podendo ser chamado de cartucho (Marcondes, 2015). Espoleta, o que gera a chama no momento da percussão, contendo uma mistura de pólvora inicializadora que tem por objetivo iniciar a queima do propelente dentro do estojo (CBC, 2020).

Pólvora, tipo de propelente que, quando iniciado pela ação da percussão da espoleta, gera uma chama que causa sua queima e expansão dos gases, arremessando a projétil (Marcondes, 2015). Projétil, corpo sólido apto a ser arremessado pela expansão dos gases gerado pela queima do propelente, também podendo ser chamado de bala ou ponta (Marcondes, 2015).

O produto completo chamado de munições, são classificadas de duas formas: fogo central e fogo circular, conforme apresentado na Figura 7. A munição de fogo central é aquela que expulsa o projétil por meio da detonação da espoleta instalada na central da base do estojo. Já a munição de fogo circular é aquela em que é expulso por meio da detonação da espoleta instalada em toda a volta da base do estojo (CBC, 2020).

**Figura 7 - Diferença de munição fogo central e fogo circular.**



Fonte: Marcondes (2015).

O disparo efetuado é o resultado de uma força aplicada pelo acionamento do cão do armamento, que é projetado o percussor conta a espoleta e assim gerando chama e combustão da pólvora no qual gera gases, a temperatura interna desses gases se eleva e ocorre o aumento do volume dos gases, gerando pressão interna, esse volume e pressão empurra o projétil para fora do cano, assim caracterizando o disparo (Cauneto, 2018).

## 2.5 COMPETIÇÕES

As competições ocorrem em estandes de tiro, onde o atirador por meio de seu armamento vinculado ao SIGMA – Sistema de gerenciamento militar de armas, realiza provas de sua categoria, necessitando precisão e velocidade na frequência de tiro, com toda segurança, treinamentos e normas, essas provas são realizadas com instrutores capacitados e autorizados, assim dando todo o suporte ao competidor (Almeida, 2018).

Sendo de enorme importância a conduta do atirador no estande de tiro, onde suas armas só estarão muniadas na hora da prática esportiva, antes e após a prática esportiva seu armamento fica sempre desmuniado e guardado em seus estojos, fazendo com que gere segurança a todos do local, as competições são avaliadas através de um aparelho chamado temporizador de tiro que é possível fazer a leitura através do som do tiro registrando o tempo e os intervalos que eles ocorrem, sendo projetado para ajudar os atiradores na melhoria da performance durante os disparos, juntamente com a pontuação dos seus alvos (Almeida, 2018).



### 2.5.1 Tiro pratico (IPSC)

O tiro prático é organizado pela IPSC “*internacional practical shooting confederation*”, e no Brasil pela confederação brasileira de tiro pratico (CBTP), ocorre de forma dinâmica e desafiadora que exige que o esportista execute suas habilidades de tiro com velocidade e precisão, sendo que as distancias e as configurações de cada pista sempre são diferentes (CBTP, 2016).

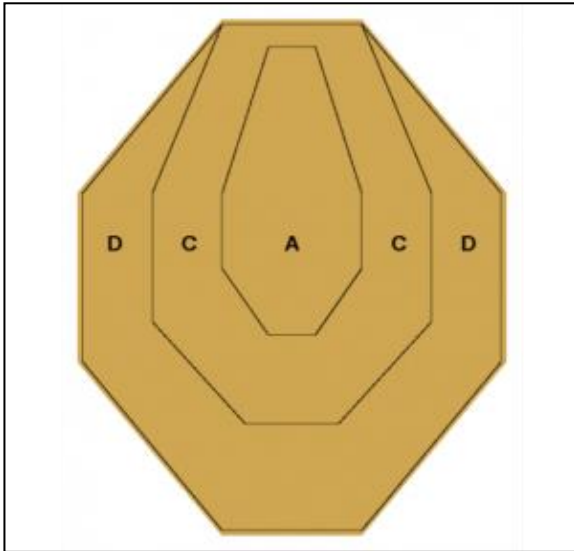
**Figura 8 - Atirador em pista de IPSC.**



Fonte: CBTP (2016).

Conforme mostra a imagem da Figura 8, a pista de IPSC é montada simulando situações reais, havendo janelas, portas, alvos moveis e entre outros objetos que façam com o que o competidor realize movimentos como correr, saltar, agachar, ajoelhar, com a melhor precisão no disparo, conforme mostra a Figura 9, o alvo de IPSC é um polígono com 8 lados com 3 áreas de pontuação, sendo elas letra A, C e D: ALFHA, CHARLIE e DELTA, sendo ALFHA 5 pontos, CHARLIE 4 pontos e DELTA 2 pontos, o tempo da pista é medido através de um aparelho capaz de medir o estampido do primeiro ao último disparo (CBTD, 2016).

**Figura 9 – Alvo de IPSC.**



Fonte: ALMEIDA (2018).

### 2.5.2 Tiro pratico (IDSC)

A modalidade é regulada internacionalmente pela International Defensive Shooting Confederation (IDSC) e no Brasil pela Confederação Brasileira de Tiro Defensivo e Caça, o tiro pratico defensivo IDSC é uma categoria esportiva que simula confronto do dia a dia que tem como objetivo simular a pratica da defesa pessoal (Almeida, 2018; CBTD, 2016).

**Figura 10 – Atirador em pista de IDSC.**

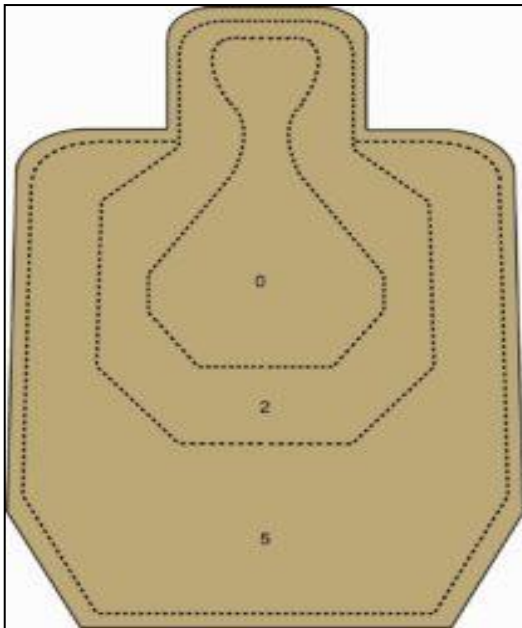


Fonte: Almeida (2018).

Conforme mostra a Figura 10 o atirador em pista apresentado na imagem, tem o objetivo de simular a modalidade mais próximo da realidade, com o porte oculto do armamento o atirador vai completando a pista em uma simulação da vida real, no qual como mostra a Figura

11, o alvo tem um formato humanoide com 3 zonas pontuáveis: 0, + 2 s e+ 5 segundos, ao final da pista, cada alvo deve ter ao menos 2 impactos. Cada impacto faltante é um “Miss”, que penaliza em 10 segundos. Também existem os alvos refém, identificados com duas mãos estendidas pintadas em preto. Impactos no refém também penalizam em 10 segundos. Assim, soma-se as penalidades ao tempo do Timer e temos o tempo total da pista, conforme apresentado na Figura 11 (Almeida, 2018).

**Figura 11 – Alvo de IDSC.**



Fonte: Almeida (2018).

## 2.6 MOLAS

Segundo Arcanjo (2008) molas são materiais capazes absorver energia potencial elástica e também são capazes de sofrer deformação elástica, muito utilizado em elementos de maquinas por sua capacidade de desempenhar força, armazenar ou absorver energia.

Para cada tipo de mola existem diversos tipos de ligas metálicas e propriedades mecânicas para cada tipo de aplicação, suas propriedades mecânicas dependem de seu tratamento térmico e suas composições químicas (Chaves; Silva; Silva; Guidi, 2018).

Molas são projetadas para se obter força de tração, compressão, torque ou simplesmente armazenar energia potencial, as fabricações das molas são feitas enrolando fios de aço endurecidos através da tempera e do revenimento, depois de conformado em molas sofrem novo tratamento térmico a baixas temperaturas para alívio de tensão, porem o estudo de novos

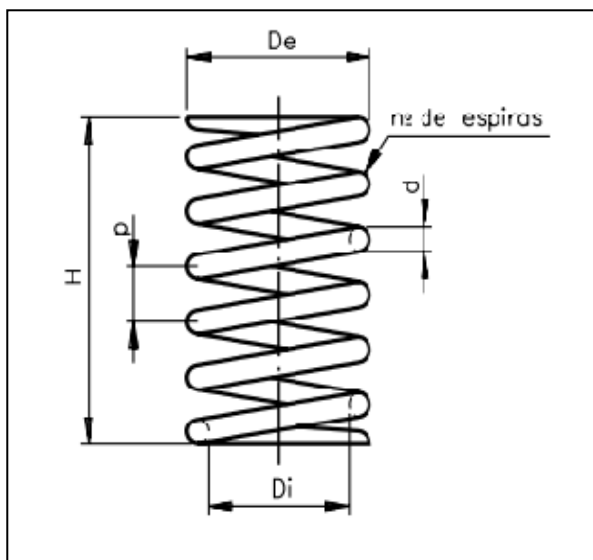
materias para o desenvolvimento de molas ainda é pouco estudado (Olivio, 2017; Shigley, 2016).

### 2.6.1 Mola helicoidal de compressão

As molas helicoidais são elementos fundamentais para os sistemas mecânicos, sendo definido como um elemento elástico que exerce uma força conforme sua deformação, por isso são muito utilizadas na área da mecânica, a deformação da mola ocorre de forma linear quando uma carga é aplicada, pois o torque que age no arame torce o mesmo e causa uma deformação (Bitencourt, 2010).

A mola helicoidal de compressão é formada por espirais, quando esta mola é comprimida por alguma força, o espaço entre as espiras diminui, tornando menor o comprimento da mola, as molas são usadas, principalmente, nos casos de: armazenamento de energia, preservação de junções ou contatos, amortecimentos de choques, distribuição de cargas, tendo por característica conforme mostra a Figura 12 (Olivio, 2017).

Figura 12 – Mola.



$D_e$  = Diâmetro externo

$D_i$  = Diâmetro interno

$H$  = Comprimento da mola

$d$  = diâmetro da seção do arame

$p$  = passo da mola

$n^{\circ}$  = número de espiras da mola.

Fonte: Bitencourt (2010).

Existem diversos tipos de molas de compressão, mas a mais comum é a mola de diâmetro médio efetivo constante, nesse tipo de mola, o diâmetro ao longo de toda a extensão da mola permanece constante, nesse tipo de mola, o diâmetro ao longo de toda extensão da

mola permanece constante, assim como o diâmetro do fio de aço e o passo da hélice, que é a distância entre cada espiral, como mostra na Figura 13 (Chiaverini, 2005).

**Figura 13 – Mola de compressão.**



Fonte: CHIAVERINI (2005).

### 2.6.2 Índice da mola

Ao projetar uma mola helicoidal, é necessário considerar a aplicação específica e os requisitos do sistema em que a mola será utilizada, dependendo desses fatores é possível determinar qual índice será mais adequado para fornecer as características desejadas a mola, conforme mostra a Equação 1 (Olivio, 2017).

$$C = \frac{D}{d} \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde:

C – Índice de uma mola [adimensional]

D – Diâmetro médio [mm]

d – Diâmetro do arame [mm]

Valor C recomendado varia de 4 a 12

### 2.6.3 Comprimento da mola

Durante o projeto de uma mola, é essencial levar em consideração a estabilidade do componente para garantir seu perfeito funcionamento, sendo um dos fatores a serem observados

é a relação entre o comprimento máximo da mola e o seu diâmetro, conforme mostra a Equação 2 (Olivio, 2017).

$$5,26 = \frac{L_o}{D} \text{ ou } L_o = 5,26 * D \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde:

5,26 – Constante

$L_o$  – Comprimento inicial de uma mola [mm]

$D$  – Diâmetro médio da mola [mm]

#### 2.6.4 Fator de correção da curvatura

O fator de correção da curvatura, também conhecido como fator de Bergstrasser, é utilizado para levar em consideração a influência da curvatura nas molas de compressão. Quando uma mola é comprimida, ocorrem deformações geométricas que podem afetar o comportamento das molas. Ao aplicar o fator de correção da curvatura, nós levamos em conta essas deformações e ajustamos os cálculos de resistência e rigidez da mola, conforme mostra a Equação 3 (Shigley, 2016).

$$K_b = \frac{4 * C + 2}{4 * C - 3} \quad (\text{Eq. 3})$$

Onde:

$K_b$  – Fator de correção da curvatura [adimensional]

$C$  – Índice da mola [adimensional]

#### 2.6.5 Razão da mola

O dimensionamento da carga de uma mola leva em consideração vários fatores, como o material da mola, sua geometria e a sua aplicação. Essa equação permite calcular a máxima carga em que a mola pode suportar antes de sofrer deformação permanentes ou falhas, assim segue descrito na Equação 4 (Shigley, 2016).

$$K = \frac{d^4 * G}{8 * D^3 * N a} \quad (\text{Eq. 4})$$

Onde:

K - Razão da mola [kgf/mm]

d - Diâmetro do arame [mm]

G - Modulo de rigidez torcional ou modulo de elasticidade [kgf/mm<sup>2</sup>]

D - Diâmetro médio [mm]

Na - Numero de espiras ativas [adimensional]

**Tabela 1 – Modulo de elasticidade dos metais.**

Matéria	Modulo de elasticidade
Fio trefilado a frio Aço alto carbono Aço liga	8500 kgf/mm <sup>2</sup>
Aço inoxidável	7000 kgf/mm <sup>2</sup>

Fonte: Shigley (2016).

O dimensionamento da carga de uma mola é influenciado pelo modulo de elasticidade do material a ser utilizado na fabricação da mola, o modulo de elasticidade que representa a rigidez estrutural do material, ou seja, a sua capacidade de retornar a forma original após sofrer uma deformação elástica, sendo assim o modulo de elasticidade varia conforme o material utilizado (Shigley, 2013).

### 2.6.6 Força máxima

Para determinar a força máxima de uma mola, é comumente utilizado o deslocamento total, pela sua razão, essa relação é calculada com base nas características da mola, conforme mostra a Equação 5 (Olivio, 2017).

$$P = k * f \quad (\text{Eq. 5})$$

Onde:

P – Forca total da mola [kgf]

K – Razão total da mola [kgf/mm]

f – Flecha total da mola[mm]

### 2.6.7 Tensão total suportada pela mola (projeto)

Essa expressão leva em consideração o carregamento da mola, considerando tanto a carga aplicada quanto as dimensões da mola. A tensão real é calculada levando em conta a distribuição de tensões ao longo da seção transversal da mola, conforme mostra a Equação 6 (Shigley, 2016).

$$\tau_c = \frac{k_b * 8 * P * D}{\pi * d^3} \quad (\text{Eq. 6})$$

Onde:

$\tau_c$ - tensão total da mola [kgf/mm<sup>2</sup>]

$K_b$  – Fator de Bergstrasser [adimensional]

$P$  – Carga total da mola [mm]

$D$  – Diâmetro médio da mola [mm]

$\pi$  – Constante trigonométrica

$d$  – Diâmetro do arame [mm]

## 3 MATERIAIS E MÉTODOS

Através do processo de dimensionamento das molas helicoidais, uma das principais e mais importantes etapas para a fabricação das molas, foram determinados os dados da mola original, foram realizados os cálculos levando em consideração as características da aplicação exigida, nesses cálculos, foram determinados parâmetros como: índice de mola, comprimento da mola, fator de curvatura, razão da mola, força máxima e tensão total suportada pela mola, e também realizado esses cálculos para as 16 molas dimensionadas.

Após os cálculos de dimensionamento das molas helicoidais, foram selecionados os tipos de aço em que cada mola seria fabricada. Foram utilizados dois tipos de aços diferentes e com dois diâmetros de arrames distintos, os aços utilizados foram: aço carbono e o aço inoxidável, com diâmetros de arame de 1mm e 0,8mm, para a fabricação das 16 molas.

O objetivo desse dimensionamento era avaliar qual combinação de aço e espessura proporcionaria o desempenho mais adequado para a aplicação em questão, com base nos cálculos, foram obtidos os valores finais para cada mola dimensionada.



Após obter os valores finais para cada mola dimensionada, iniciou-se o processo de fabricação das 16 molas helicoidais. Para isso, foi necessária a utilização de um torno mecânico, uma ferramenta fundamental na fabricação de peças com geometrias complexas, como é o caso das molas.

O torno mecânico permitiu que as medidas e geometrias necessárias fossem aplicadas de forma precisa nos materiais selecionados, durante o processo de usinagem as molas foram conformadas a partir dos materiais escolhidos, utilizando as espessuras e diâmetro previamente calculados, o torno mecânico permitiu que cada mola recebesse precisão no enrolamento, o que garantiu sua funcionalidade e eficiência.

Após a conclusão do processo de fabricação, todas as molas foram inspecionadas para verificar se estavam de acordo com as especificações exigidas, desta forma, ambas as molas ficaram prontas para serem utilizadas em sua respectiva aplicação.

Após a fabricação das molas, foi executado o processo de aplicação das mesmas na arma de fogo, para garantir que cada mola estivesse dentro dos padrões estabelecidos, utilizamos uma balança de precisão para realizar os testes. A escolha por uma balança digital de precisão se dá pela sua capacidade de fornecer medidas precisas e confiáveis, garantindo que os pesos do gatilho estejam de acordo com o esperado.

Na aplicação do teste pratico que foi a medição dos pesos do gatilho com as molas fabricadas, juntamente com a balança digital de precisão, obtivemos resultados precisos e confiáveis, a partir dos dados obtidos na realização dos testes, foi construída uma tabela para comparar os resultados da mola original com as 16 molas dimensionada e fabricadas, nessa tabela foram registrados os valores obtidos através dos testes aplicados.

Essa tabela também auxiliou na tomada de decisões, pois forneceu uma visão geral dos valores médios obtidos, com todas as informações concentradas em um único local, sendo assim mais fácil identificar qualquer desvio em relação às expectativas ou aos objetivos estabelecidos.

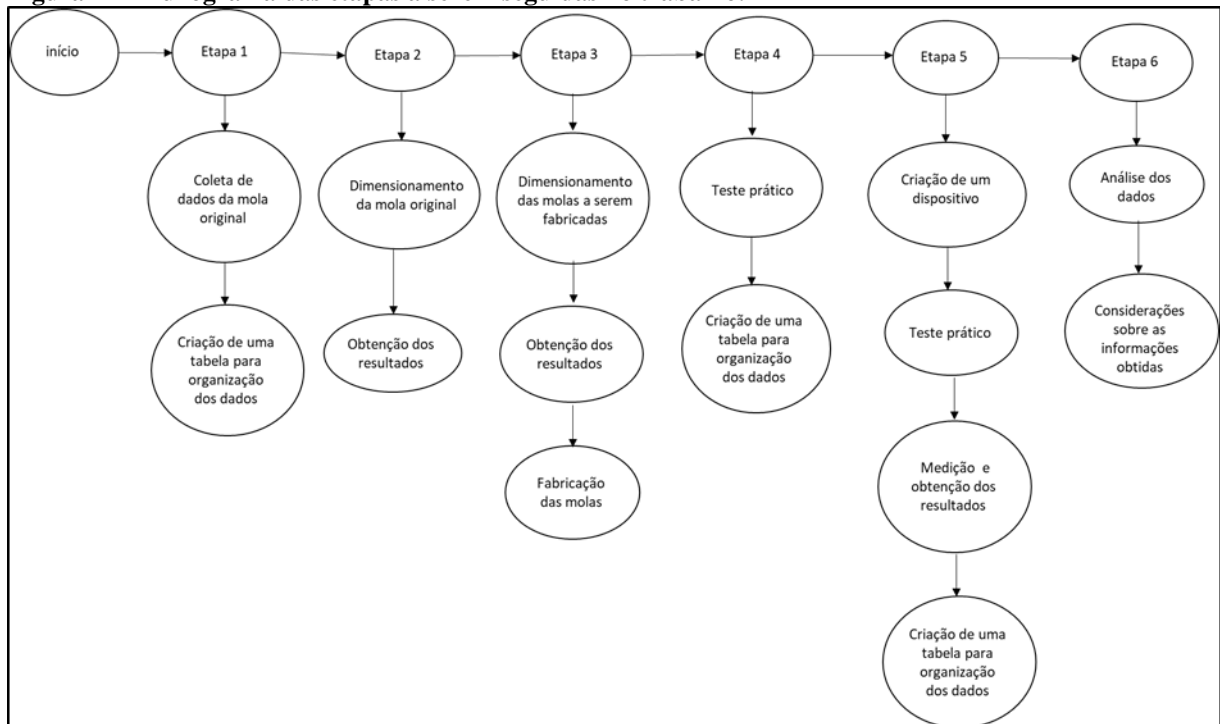
Após os testes práticos no armamento, foi criado um dispositivo especialmente projetado para aplicar uma carga controlada na mola e realizar a medição da sua deformação, esse aparelho teve um papel fundamental na avaliação da capacidade da mola de suportar uma carga específica e na mensuração precisa da variação sofrida em relação à sua forma original após a aplicação da força.

Ao aplicar a carga na mola utilizando o dispositivo, foi possível verificar sua capacidade de suportar uma determinada força sem sofrer deformação excessiva ou ruptura. Através das medições da deformação da mola e a criação de outra tabela, foi possível mensurar com precisão

a variação da sua forma original após a aplicação da força, permitindo uma análise dos resultados, o dispositivo foi projetado levando em consideração os requisitos técnicos necessários para garantir que a carga aplicada na mola fosse controlada e precisa.

Ao analisar os valores obtidos na tabela, foram feitas considerações sobre o desempenho de cada mola, sendo fundamental essas informações obtidas para uma melhor tomada de decisão embasada no que diz respeito a escolha do tipo de mola mais adequado para a aplicação, conforme mostra através dos passos fluxogramas da Figura 14.

**Figura 14 – fluxograma das etapas a serem seguidas no trabalho.**



Fonte: Autor

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Primeiramente antes de iniciar o processo de fabricação das molas, foi necessário a obtenção dos dados da mola original, foi fundamental obter os dados precisos da mola original do Rifle CBC modelo 8122. Essa etapa envolveu a coleta de informações detalhadas sobre as dimensões e especificações, conforme mostra a Tabela 2.

**Tabela 2 – Informações da mola original.**

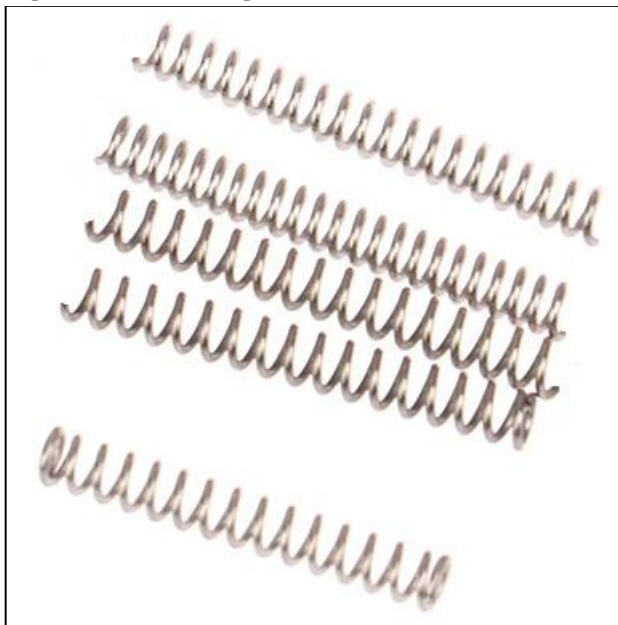
<b>Informações da mola</b>	<b>Valores</b>
Comprimento	57 mm
Espessura externa	6 mm
Parte interna	4 mm
Espessura da mola	1 mm
Passo da mola.	1,5 mm
Espiras	25 espiras
Diâmetro arame utilizado	0,8 mm

Fonte: Autor.

Esses dados forneceram a base necessária para o dimensionamento e a fabricação das molas, com as informações obtidas, foi possível garantir a reprodução das molas, atendendo aos padrões de qualidade e funcionalidade exigidos.

Após a obtenção dos dados técnicos da mola original do Rifle CBC modelo 8122, deu-se início ao dimensionamento da mesma. Nessa etapa, foram realizados cálculos para determinar informações cruciais, tais como: Dimensão média, Índice da mola, Comprimento da mola, Fator de correção da curvatura, Razão da mola, Deflexão da mola, Força máxima, Tensão total suportada pela mola (projeto).

Esses dados de dimensionamento foram essenciais para a fabricação das 16 molas, pois servem como guia para garantir que as novas peças tenham características e desempenho semelhantes à mola original, conforme mostra a Figura 15.

**Figura 15 – Mola original e molas fabricadas**

Fonte: Autor

Foi criada uma tabela para organizar os tipos de mola como demonstrado na Tabela 3.

**Tabela 3 – Tipos de mola.**

<b>Tipo da mola</b>	<b>Material utilizado na mola</b>
Tipo 1	Mola original
Tipo 2	Mola aço carbono 1 mm
Tipo 3	Mola aço carbono 0,8 mm
Tipo 4	Mola aço inoxidável 1 mm
Tipo 5	Mola aço inoxidável 0,8 mm

Fonte: Autor.

**Tabela 4 – Cálculos do dimensionamento.**

<b>Cálculos do dimensionamento</b>	<b>Tipo 1</b>	<b>Tipo 2</b>	<b>Tipo 3</b>	<b>Tipo 4</b>	<b>Tipo 5</b>
Diâmetro médio [mm]	8,00	8,00	5,20	8,00	5,20
Índice da mola [n/m]	8,00	8,00	6,50	8,00	6,50
Comprimento da mola [mm]	57,00	57,00	57,00	57,00	57,00
Fator de correção da curvatura [mm]	1,17	1,17	1,22	1,17	1,22
Razão da mola [ kgf/mm <sup>2</sup> ]	0,08	0,08	0,12	0,07	0,10
Deflexão da mola [mm]	12,50	12,50	17,50	12,50	17,50
Força máxima [ kgf/mm]	0,98	0,98	1,91	0,85	1,78
Tensão total suportada pela mola (projeto) [ kgf/mm <sup>2</sup> ]	15,02	15,02	14,95	13,06	13,96

Fonte: Autor.

#### 4.1 REGISTRO DAS AMOSTRAS

Após a conclusão dos cálculos de dimensionamento dos gatilhos, foi necessário realizar os testes práticos para verificar o desempenho das molas selecionadas. Para isso, foi utilizado um equipamento de medição, como uma balança da marca Lyman, para determinar o peso do gatilho com as molas aplicadas. Durante o teste, a balança foi posicionada no gatilho e tracionada até o momento do disparo. Essa análise experimental proporcionou uma avaliação precisa da carga necessária para acionar o gatilho com as molas escolhidas, garantindo assim o funcionamento correto e seguro do dispositivo, conforme mostra a Figura 16.

**Figura 16 – Medição do peso do gatilho.**



Fonte: Autor.

Assim obtendo os devidos dados conforme demonstrado na Tabelas 5.

**Tabela 5 – Resultado teste prático.**

Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5
4000 kgf	3850 kgf	3550 kgf	2450 kgf	2800 kgf
4110 kgf	3850 kgf	3500 kgf	2400 kgf	2850 kgf
4110 kgf	3850 kgf	3500 kgf	2450 kgf	2800 kgf
4100 kgf	3800 kgf	3550 kgf	2450 kgf	2850 kgf

Fonte: Autor.

Após a coleta dos dados das amostras, foi realizado um processo de consolidação das médias dos valores obtidos. Essa etapa é essencial para a organização e análise dos resultados de forma coerente e comparativa. Com base nas médias obtidas, foi criada uma tabela conforme demonstra a Tabela 6 que permitiu a verificação completa e uma análise mais aprofundada dos resultados.

**Tabela 6 – Resultado de todos os testes práticos.**

Tipo 1	Tipo 2	Tipo 3	Tipo 4	Tipo 5
4080 kgf	3837,5 kgf	3525 kgf	2825 kgf	2437,5 kgf

Fonte: Autor.

Percebe-se que a tipo 1 teve 4080 kgf, a tipo 2 teve 3837,5 kgf, a tipo 3 teve 3525 kgf, a tipo 4 teve 2825 kgf e a mola tipo 5 teve 2437,5 kgf, o que representa uma diminuição ao

pressionar o gatilho de 1642,5 kgf, cerca de 40% de diminuição da mola tipo 1 em relação a mola tipo 5. A criação dessa tabela foi de extrema importância para identificar possíveis padrões ou tendências nos dados coletados. Com todas as médias reunidas em um único lugar, tornou-se mais fácil visualizar as variações e discrepâncias entre os valores. Além disso, a tabela também proporcionou uma visão geral dos resultados, facilitando a interpretação e o entendimento dos dados.

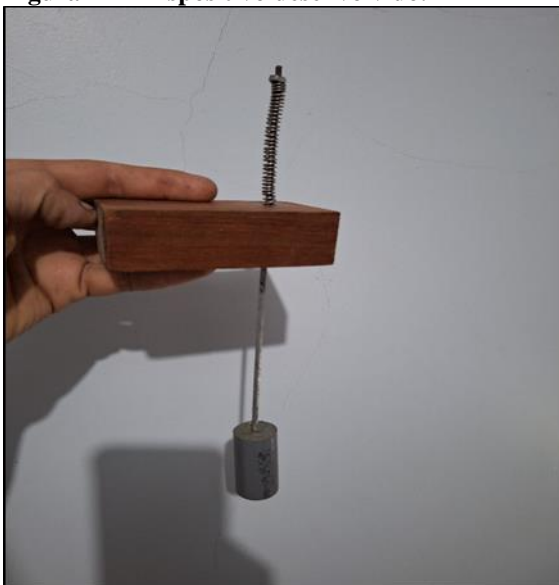
Com base na análise dessa tabela, foi possível fazer comparações e tirar conclusões sobre os valores obtidos. Essas conclusões foram essenciais para tomar decisões embasadas e fazer ajustes necessários no projeto ou processo em questão. Após uma análise cuidadosa, concluiu-se que a mola tipo 5 fabricada com aço inox de 0,8mm de espessura do arrame foi a opção mais adequada para o sistema de acionamento do gatilho.

Essa determinação baseou-se em uma série de fatores, como a capacidade da mola de fornecer a força necessária para acionar o gatilho de forma eficaz.

A escolha do aço inox como material para a fabricação da mola trouxe benefícios significativos, como a resistência à corrosão e a sua durabilidade. Além disso, a diâmetro do arrame de 0,8mm proporcionou a rigidez ideal para garantir a pressão necessária sobre o gatilho, permitindo ajustes precisos e um acionamento suave.

Além disso, foi desenvolvido um dispositivo (Figura 17) para aplicar uma carga de 0,20 kgf na mola e verificar sua deformação. Esse aparelho permitiu avaliar a capacidade da mola de suportar uma carga específica e mensurar a variação da sua forma original após a aplicação da força.

**Figura 17 – Dispositivo desenvolvido.**



Fonte: Autor.

Durante o teste, a carga foi aplicada gradualmente na mola, observando-se as alterações na sua forma. Foi utilizado um instrumento de medição como (paquímetro) para registrar com precisão a deformação da mola em resposta à carga aplicada conforme mostra o Tabela 7.

**Tabela 7 – Resultados do teste de deformação.**

<b>Tipo 1</b>	<b>Tipo 2</b>	<b>Tipo 3</b>	<b>Tipo 4</b>	<b>Tipo 5</b>
1,8 mm	2,1 mm	2,6 mm	2,9 mm	3,0 mm
1,7 mm	2 mm	2,6 mm	2,8 mm	3,1 mm
1,8 mm	2 mm	2,5 mm	2,8 mm	3,1 mm
1,8 mm	2,1 mm	2,6 mm	2,8 mm	3 mm

Fonte: Autor.

Com base nas médias obtidas, foi criada uma tabela conforme demonstra a Tabela 8 que permitiu a verificação completa e uma análise mais aprofundada dos resultados.

**Tabela 8 - Resultado de todos os testes práticos.**

<b>Tipo 1</b>	<b>Tipo 2</b>	<b>Tipo 3</b>	<b>Tipo 4</b>	<b>Tipo 5</b>
1,8 mm	2,05 mm	2,6 mm	2,8 mm	3,05 mm

Fonte: Autor.

Esses testes de deformação, juntamente com a análise da mola durante a aplicação da carga, forneceram informações valiosas para a validação do projeto e para a seleção da mola ideal, garantindo a sua eficiência e durabilidade no sistema de acionamento do gatilho, na qual valida o teste aplicado, mostrando que a mola do tipo 1 original por ser mais dura teve menos deformação e a mola do tipo 5 de aço inoxidável de 0,8 mm de diâmetro de arrame teve maior deformação por ser mais macia.

## **5 CONSIDERAÇÕES FINAIS**

Com base no trabalho referido, que demonstra a necessidade de estabelecer um melhor funcionamento do acionamento do gatilho, então foram coletados todos os dados obtidos através da realização do teste prático tanto da mola original quanto das molas fabricadas, a coleta de dados durante o teste prático permitiu uma análise comparativa entre as molas originais e as molas fabricadas, foram verificados diversos parâmetros fundamentais para garantir o desempenho adequado das molas em sua aplicação, essa análise minuciosa foi fundamental para certificar a qualidade das peças produzidas.

Através da medição do sistema de gatilho, foi comparado os valores do sistema original com os valores obtidos das molas fabricadas, assim foi possível obter algumas molas com características similares às originais e outras com uma grande melhora, o que assegura a eficiência do funcionamento do mecanismo de gatilho.

A mola original apresenta uma tempera em seu processo de fabricação o que deixa a mola com uma maior resistência e rigidez. Isso significa que a mola consegue suportar cargas maiores sem se deformar, o que deixa o gatilho com mais dureza em seu acionamento, no entanto é importante ressaltar que a escolha do material influencia na diminuição do peso do gatilho que se dá pela rigidez torcional do aço inoxidável que é de 7000 kgf/mm<sup>2</sup> enquanto o aço carbono é de 8050 kgf/mm<sup>2</sup>, essa descoberta é de extrema importância para o projeto, uma vez que a mola desempenha um papel fundamental no sistema de acionamento do gatilho, a seleção correta do material e da espessura do arame contribuiu diretamente para a eficiência e a confiabilidade do mecanismo.

Outra consideração importante é a possibilidade de utilizar uma maior variedade de diâmetros de arames na fabricação das molas, o que pode contribuir para uma melhor eficiência do sistema de gatilho. Ao trabalhar com uma maior diversidade de amostras, é possível explorar diferentes comportamentos das molas e identificar aquelas que apresentam um desempenho ótimo em termos de resposta e precisão, ao utilizar diferentes espessuras de arame, é possível avaliar como essas variações afetam o funcionamento do sistema de gatilho, essa análise permite fazer ajustes e otimizações para garantir que o mecanismo de acionamento seja altamente eficiente.

Essas descobertas são de grande importância para os praticantes do tiro esportivo, uma vez que o correto funcionamento do gatilho pode fazer toda a diferença na precisão do disparo.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Julio César de et al. **Elementos de máquinas projeto de sistemas mecânicos**. 2. ed. São Paulo: Blucher, 2022. 694 p. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br/Leitor/Publicacao/201738/pdf/0?code=z5zS7Wbt4w4hCBxo48/tBwssZ+M4SAscma8X+AhZn7BN1Qd9i86JD7iZg+Wuapu6VBOlyMgg+m4TYenLudX0TQ==>. Acesso em: 02 out. 2023.

ALMEIDA, Thyago. Ipsc vs idsc. **Diário do atirador**, 2018. Disponível em: <https://diariodoatirador.com.br/blog/ipsc-vs-idsc/>. Acesso em: 15 set. 2023.

ARCANJO. **Caracterização do comportamento à fadiga de molas**. 2008. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2008. Cap. 1. Acesso em: 27 set. 2023.



BITENCOURT, Diógenes. **Molas**. 2023. Disponível em: <https://wiki.ifsc.edu.br/mediawiki/images/a/a6/MOLAS.pdf>. Acesso em: 20 set. 2023.

BRASIL. Gov.Br. Ministério da Cidadania. **Há 100 anos, Brasil recebia 1ª medalha de ouro nos Jogos Olímpicos**. 2020. Disponível em: <https://www.gov.br/pt-br/noticias/cultura-artes-historia-e-esportes/2020/08/ha-100-anos-brasil-recebia-1-medalha-de-ouro-nos-jogos-olimpicos>. Acesso em: 04 ago. 2023.

BRASIL. **Regulamento para a Fiscalização de Produtos Controlados (R-105)**. 2000. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/decreto/d3665.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3665.htm). Acesso em: 03 ago. 2023.

CAUNETO, Eduardo Vinicius da Silva. **Introduzindo Conhecimentos Da Engenharia Mecânica Na Perícia Criminal: Balística**. 2018. 38 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal – Campus. Acesso em: 04 ago. 2023.

CBC (Brasil). **Historia cbc**. 2020. Disponível em: <https://www.cbc.com.br/sobres/historia/>. Acesso em: 20 ago. 2023.

CBC (Brasil). **Rifle cbc .22 lr bolt action 8122 – coronha madeira**. 2020. Disponível em: <https://www.cbc.com.br/produtos/rifle-22-bolt-action-8122-coronha-madeira/>. Acesso em: 12 ago. 2023.

CBTP (Minas Gerais). **O que é IPSC?** 2016. Disponível em: <https://www.cbtp.org.br/o-que-e-ipsc/#:~:text=O%20IPSC%20%C3%A9%20um%20esporte,cada%20pista%20s%C3%A3o%20sempre%20diferentes..> Acesso em: 20 set. 2023.

CHAVES, Carlos Alberto; SILVA, Fernando de Azevedo; SILVA, Rafael Barbosa; GUIDI, Erick Siqueira. Estudo Do Comportamento Mecânico De Molas Helicoidais De Compressão Utilizando O Método Dos Elementos Finitos. *Metalúrgica Física*, São Paulo, v. 20, n. 3, p. 196-200, 02 out. 2023.

CHIAVERINI, Vicente. **Aços e ferros fundidos**. 7. ed. São Paulo: Estúdio JI de Artes Gráficas S/C Ltda, 2005. 303 p. Acesso em: 18 out. 2023.

DUTRA, Kaio. **Sistemas Mecânicos I Aula 7 – Molas Mecânicas**. 2018. Disponível em: [https://kaiohdutra.files.wordpress.com/2020/03/sm1\\_aula-7-molas-mecc3a2nicas.pdf](https://kaiohdutra.files.wordpress.com/2020/03/sm1_aula-7-molas-mecc3a2nicas.pdf). Acesso em: 18 set. 2023.

JUNIOR, Abelardo. **Tiro esportivo**. 2016. Disponível em: <http://rededoesporte.gov.br/pt-br/megaeventos/olimpiadas/modalidades/tiro-esportivo>. Acesso em: 03 mar. 2023.

TESCHKE, Jens. **1866: Produção em série do rifle Winchester**. 2019. Disponível em: <https://www.dw.com/pt-br/1866-produ%C3%A7%C3%A3o-em-s%C3%A9rie-do-rifle-winchester/a-319648>. Acesso em: 17 ago. 2023.

MARCONDES, José Sérgio. **Arma de Fogo: O que é? Definições e Conceitos. Origem e Classificação**. 2022. Disponível em: <https://gestaodesegurancaprivada.com.br/arma-de-fogo-o-que-e-definicoes/>. Acesso em: 20 ago. 2023.

MONONEN, K.; VIITASALO, J.T.; ERA, P.; KONTTINEN, N., 2003, “**Optoelectronic measures in the analysis of running target shooting**”, **Scandinavian Journal of Medicine & Science in Sports**, v. 13, pag. 200-207. Acesso em: 04 ago. 2023.

MONTEIRO, Paulo. **As primeiras armas de fogo**. 2003. Disponível em: <https://nautarch.tamu.edu/shiplab/01monteiro/Armasdefogo01.htm>. Acesso em: 30 ago. 2023.

OHF, Jorge H.. **Ruger lança nova .22 LR para tiro de precisão**. 2020. Disponível em: <https://infoarmas.com.br/ruger-tiro-precisao-22-lr/>. Acesso em: 20 set. 2023.

OHF, Jorge H.. **1911 uma arma para todos os tempos?** 2020. Disponível em: <https://infoarmas.com.br/1911-arma-todos-tempos/>. Acesso em: 23 ago. 2023.

OLIVIO, Amauri. **Elementos de máquinas**. Londrina: Editora e Distribuidora Educacional S.A, 2017. 208 p. Acesso em: 20 out. 2023.

RABELO, Eraldo. **Introdução à balística forense. 2 vol**. Rio Grande do Sul: Imprensa Oficial Editora, 1967. Acesso em: 29 ago. 2023.

**TIRO ESPORTIVO: EXERCÍCIO DE CONCENTRAÇÃO**. Rio de Janeiro: Villegagnon, v. 1, n. 1, 25 nov. 2009. Disponível em: <http://www.redebim.dphdm.mar.mil.br/vinculos/000004/000004d5.pdf>. Acesso em: 10 ago. 2023.

TOCCHETTO, Domingos. **Balística forense: aspectos técnicos e jurídicos. 4. ed.** – Capinas, SP: Millennium, 2005. Acesso em: 01 ago. 2023.

TREVIZOLI, João. **João Trevizoli – Tiro de Precisão de Longa Distância**. 2021. Disponível em: <https://portaldotiro.com/entrevistas/joao-trevizoli-tiro-de-precisao-de-longa-distancia-entrevista-exclusiva-2/>. Acesso em: 08 set. 2023.

SATO, Eduardo M. **Balística Forense, Revista Perícia Federal, 15. Ed.** p. 26 a 28 – Associação Nacional dos Peritos Criminais Federais, Brasília – DF 2003. Acesso em: 18 set. 2023.

SHIGLEY, Joseph Edward. **Elementos de máquina de Shigley**. 10. ed. São Paulo: Amgh Editora Ltda, 2016. 1096 p. Acesso em: 19 out.2023.