

EDUARDO CAMBRAIA VIGLIONE NASCIMENTO
GABRIEL VINÍCIUS DE FIGUEIREDO
HIGO DA SILVA VELOSO
JOUBERT VITÓRIO
JULIANA ARAÚJO DOS SANTOS
VICTOR AUGUSTO

TRABALHO ACADÊMICO INTEGRADOR
Revolver calibre 38 e seus mecanismos de disparo

Trabalho apresentado ao curso de graduação em Engenharia Mecânica, do Instituto Federal de Minas Gerais, como requisito à aprovação parcial de todas as disciplinas referentes ao segundo período do Curso de Engenharia Mecânica.

Orientador: Prof. Dr. Francisco de Souza Junior

Arcos
2017

RESUMO

Armas de fogo são dispositivos mecânicos responsáveis pelo arremesso de projéteis balísticos principalmente com intuito de ataque e defesa. O mercado de armas disponibiliza uma gama de modelos, das mais simples as mais sofisticadas quanto ao mecanismo de funcionamento, de diversos calibres e potências. O revólver calibre 38 dentre as armas curtas de calibre permitido é amplamente utilizado. O interesse de dissertar sobre este engenho mecânico e seus mecanismos de disparo se deu principalmente pelo fato de existir pouca informação literária sobre o assunto uma vez que no Brasil armas de fogo, para a população, são instintivamente ligadas ao alto índice de violência existente no país.

Palavras chave: Armas de fogo; Revolver; Calibre.

ABSTRACT

Firearms are mechanical devices responsible for the firing of ballistic projectiles mainly for the purpose of attack and defense. The arms market offers a range of models from the simplest to the most sophisticated in the mechanism of operation, of various calibers and powers. The 38-caliber revolver of the caliber guns allowed is widely used. The interest of lecturing about this mechanical ingenuity and its firing mechanisms was mainly due to the fact that there is little literary information about the subject since in Brazil firearms for the population are instinctively linked to the high level of violence in the country.

Keywords: Firearms; Revolver; Caliber.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	05
2	OBJETIVOS	06
2.1	Objetivo geral.....	06
2.2	Objetivos específicos.....	06
3	FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E DESENVOLVIMENTO	07
3.1	Armas de fogo.....	07
3.2	Estudando os conceitos mecânicos de energia e suas transformações.....	07
3.2.1	Trabalho e Energia cinética (W e EC)	07
3.2.2	Força, Trabalho e Energia Cinética de uma carga de lançamento (τ e EC) no interior do cano da arma.....	08
3.3	Armas de fogo e o calibre.....	09
3.3.1	Nomenclatura de calibres e o Sistema de Medição.....	10
3.3.2	Processo de cálculo da área interna da seção reta do cano do revólver.....	10
3.4	Munição em arma de fogo.....	11
3.4.1	Estudando a velocidade do projétil com o auxílio do pendulo balístico.....	11
3.4.2	Estudando o movimento dos projéteis.....	14
3.4.2.1	Trajectoria do Projétil em duas dimensões no vácuo.....	14
3.4.2.2	O movimento dos projéteis na atmosfera.....	14
3.4.3	Demonstração teórica do alcance máximo do projétil 38 SPL e outras variáveis na atmosfera utilizando tabelas balísticas.....	14
3.5	Engenho mecânico.....	18
3.5.1	Revólver.....	18
3.5.2	Projeto de um revólver.....	18
3.5.3	Mola helicoidal (escolha do fio)	18
3.5.4	Forças sofridas por molas helicoidais de compressão.....	18
4	METODOLOGIA	20
4.1	Especificação da mola e esforços sofridos.....	20
4.2	Tambor.....	24
5	RESULTADOS	27
6	CONCLUSÃO	28
	REFERÊNCIAS	29

1 - INTRODUÇÃO

Armas de fogo são dispositivos mecânicos que arremessam projéteis utilizando a força de expansão dos gases, formados a partir da combustão de um propelente também chamado de carga de projeção, dentro de um compartimento que possui um prolongamento cilíndrico em forma de cano cuja função é dar continuidade à combustão gerada, além de direção e estabilidade ao projétil expelido (BRASIL, 2000).

Para Tocchetto (2003 apud Georg; Kelner; Júnior, 2011, p.138) uma arma de fogo só poderá ser considerada como tal se e somente se, possuir três itens básicos: o engenho arremessador ou arma propriamente dita, a carga explosiva (pólvora) e o projétil, dos quais os dois últimos compõem na maioria das vezes o cartucho.

As armas de fogo são utilizadas com os mais variados propósitos, mas em geral são usadas para ataques ou defesa. No mercado de armas existem vários tipos de armas de fogo, das mais simples as mais sofisticadas quanto ao mecanismo de funcionamento, de diversos calibres e potências, de diferente alcance balístico, armas curtas como os revólveres e pistolas, assim como armas longas dentre estas espingardas e fuzis; no entanto no Brasil a classificação geral das armas de fogo mais aceita é a de Rabello (1966 apud Georg; Kelner; Júnior, 2011, p.140) considerando cinco aspectos: O sistema de Inflamação, o tipo de carregamento, mecânica de funcionamento, a alma do cano e a mobilidade do uso.

Segundo Neto (2008), no Brasil, discorrer sobre o assunto “armas de fogo” tornou-se um tabu, tanto no meio social como jurídico, assim predomina-se o senso comum, e o conhecimento técnico/científico torna-se escasso. Desta forma o questionamento que se faz é: A “aura” existente em relação ao assunto pode impedir a confecção de trabalhos Técnicos Científicos e os debates acadêmicos nas diferentes áreas de conhecimento? Assim o presente trabalho justifica-se, uma vez que são escassas as demonstrações literárias, acadêmica e técnica no Brasil, no campo da Engenharia Mecânica, sobre os mecanismos de disparo, de funcionamento, fabricação e manutenção de uma arma de fogo. Por isso qualquer demonstração literária dentro dos Centros Acadêmicos Oficiais no que tange a engenharia de uma arma de fogo e seus mecanismos, pode tornar-se um campo fértil para o conhecimento, estimulando no futuro debates acerca do tema e novas demonstrações dessa engenharia mecânica.

2 - OBJETIVOS

2.1 - Objetivo geral

Este trabalho tem como objetivo demonstrar graficamente o mecanismo de disparo de um revólver calibre 38, baseado no modelo Taurus 86 SPL para as devidas mensurações, utilizando como suporte softwares AutoCAD e Inventor.

2.2 - Objetivos específicos

- Determinar quantitativamente as forças expansivas dos gases sobre uma carga de lançamento no interior do cano da arma;
- Demonstrar algumas variáveis das características das qualidades, das alturas e das massas do pêndulo balístico, alcançadas a partir de uma colisão com um projétil;
- Calcular o alcance máximo teórico de um projétil de calibre 38 SPL e outras variáveis na atmosfera utilizando tabelas balísticas;
- Mensurar a mola real do revólver com bases nos processos de medição e descrever sobre os esforços sofridos pela mesma;
- Demonstrar variáveis do processo de medição da mola real;
- Calcular momentos circulares do Tambor de um revólver;
- Demonstração do mecanismo de disparo em 3D no Inventor.

3 - FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA E DESENVOLVIMENTO

3.1 - Arma de fogo

Segundo Rabello (1995 apud Arakelian, 2016, p.5) arma de fogo pode ser definida como uma máquina térmica comparada a um motor de combustão interna. O resultado da expansão dos gases devido à ignição dos combustíveis usados, gerando o movimento retilíneo tanto do pistão dentro do cilindro quanto do projétil no cano da arma. No motor o movimento retilíneo do pistão se transforma em circular no virabrequim, já na arma de fogo contribui por expelir do sistema o projétil.

3.2 - Estudando os conceitos mecânicos de energia e suas transformações

3.2.1 - Trabalho e Energia Cinética (W e EC)

Considerando, para efeitos deste estudo, um trabalho realizado sobre um corpo de massa (m) em um sistema termodinâmico fechado, este corpo se desloca de um ponto ao outro como se observa no gráfico de coordenadas abaixo:

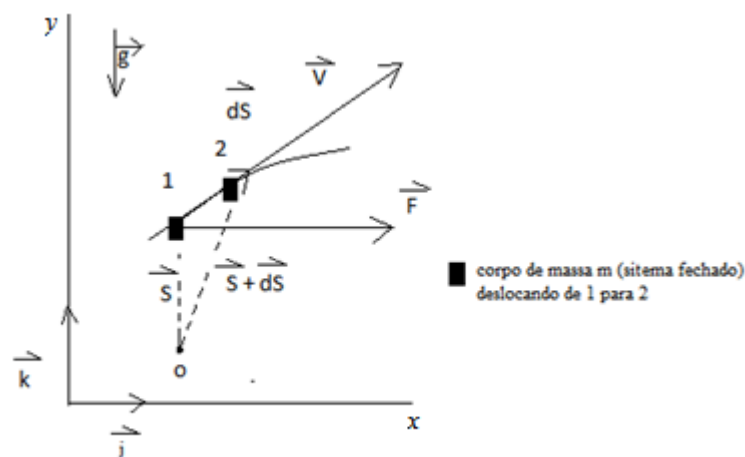


Figura 1 – Gráfico do deslocamento de um corpo de massa m em um sistema termodinâmico fechado.

Fonte: Autoria própria baseado em <<http://www.femunicamp.br/~em313/paginas/textos/apostila2.htm>> acesso em 2 de set.de 2017.

Moran & Shapiro (sd, apud Pereira, sd, cap. 2) descrevem, portanto, as relações matemáticas deste sistema de acordo com as Leis da mecânica em um sistema termodinâmico fechado:

2.^a Lei de Newton: $\vec{F}=m.\vec{a}$ se $\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{d\vec{v}}{dt}$ então $\vec{F}=m.\frac{d\vec{v}}{dt}$

$W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{s} = \vec{F} \cdot d\vec{s} \rightarrow W = m.\frac{d\vec{v}}{dt} \cdot d\vec{s}$ como $\frac{d\vec{s}}{dt} = \vec{v}$ então o trabalho de \vec{F} entre \vec{s} e $\vec{s} + d\vec{s} =$

$$\vec{F} \cdot d\vec{s} = m.d\vec{v} \cdot \vec{v} = m.\vec{v} \cdot d\vec{v} \text{ portanto } \int_{\vec{v}_1}^{\vec{v}_2} m.\vec{v} \cdot d\vec{v} = \int_{\vec{s}_1}^{\vec{s}_2} \vec{F} \cdot d\vec{s} .$$

Partindo-se da equação de Torricelli onde $v_2^2 = v_1^2 + 2 \cdot a \cdot \Delta s = v_1^2 + 2 \cdot \vec{a} \cdot d\vec{s} \rightarrow a =$

$$\frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot d\vec{s}} . \text{ Se } \int_{\vec{s}_1}^{\vec{s}_2} \vec{F} \cdot d\vec{s} \text{ e } \vec{F}=m.a \text{ então } \int_{\vec{s}_1}^{\vec{s}_2} m.\vec{a} \cdot d\vec{s} = \int_{\vec{s}_1}^{\vec{s}_2} m.\frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot d\vec{s}} \cdot d\vec{s}$$

Considerando o trabalho da força realizada $\int_{\vec{v}_1}^{\vec{v}_2} m.\vec{v} \cdot d\vec{v} = \int_{\vec{s}_1}^{\vec{s}_2} \vec{F} \cdot d\vec{s} \rightarrow \int_{\vec{v}_2}^{\vec{v}_1} m.\vec{v} \cdot d\vec{v} =$

$$\int_{\vec{s}_2}^{\vec{s}_1} m.\frac{v_2^2 - v_1^2}{2 \cdot d\vec{s}} \cdot d\vec{s} \rightarrow \int_{\vec{v}_1}^{\vec{v}_2} m.\vec{v} \cdot d\vec{v} = \int_{\vec{v}_1}^{\vec{v}_2} m.d\left(\frac{1}{2} \vec{v}^2\right) = m.\frac{\vec{v}_2^2}{2} \Big|_{\vec{v}_1}^{\vec{v}_2} = \frac{1}{2} \cdot m \cdot (\vec{v}_2^2 - \vec{v}_1^2), \text{ Como}$$

$$\frac{1}{2} \cdot m \cdot (\vec{v}_2^2 - \vec{v}_1^2) = \Delta Ec(1 \text{ J (Joule)} = 1 \text{ N} \cdot \text{m e } 1 \text{ kJ} = 10^3 \text{ J}; 1 \text{ btu} = 778,17 \text{ lbf} \cdot \text{ft}) =$$

variação de energia cinética entre \vec{s}_2 e \vec{s}_1 .

3.2.2 - Força, Trabalho e Energia Cinética de uma carga de lançamento (τ e E_c) no interior do cano da arma

A força pelo qual o projétil dentro da arma de fogo está sujeito nada mais é do que a força de explosão da carga expansiva que é dada pelo produto entre a área da seção reta do cano (S) determinada pelo indicador da arma e a pressão média (Pm) no mesmo, $\vec{F} = Pm \cdot S$, se $\vec{F}=m.\vec{a}$ então $Pm \cdot S = m.\vec{a}$, como $\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t}$ e segundo Almeida Junior (2017) não se dispõe da equação diferencial para cálculo da velocidade instantânea, para efeito de cálculos, a velocidade média é aceitável, uma vez que o pequeno deslocamento no interior do cano da

arma (0,152 m) se dá em um pequeno intervalo de tempo, dessa forma tem-se $\vec{V}m = \frac{310}{2} =$

155 m/s. O tempo pode ser obtido através da equação $\Delta t = \frac{\Delta\vec{s}}{\vec{V}m} = \frac{0,152}{155} \cong 9,8 \cdot 10^{-4}$ seg., e

substituindo encontra-se: $\vec{a} = \frac{\Delta\vec{v}}{\Delta t} = \frac{310}{0,00098} \cong 316326,53 \text{ m/s}^2$, assim $\vec{F} = m_p \cdot \vec{a} =$

$$0,0081 \cdot 316326,53 = \frac{2562,24}{9,81} \text{ kgf} \cong 261,19 \text{ kgf}, \text{ como } Pm \cdot S = m.\vec{a} \rightarrow Pm \cdot 0,6458 \text{ cm}^2 =$$

$$261,19 \text{ kgf} \rightarrow Pm = \frac{261,19}{0,6458} \cong 404,444 \frac{\text{kgf}}{\text{cm}^2} \cong 39,67 \text{ MPa} \cong 39670000 \text{ Pa} .$$

No interior da arma o Trabalho realizado é igual o produto da força aplicada pelo deslocamento do projétil, imediatamente o comprimento do cano (lc), e é dado por: $W = \vec{F} \cdot \Delta\vec{s} = \vec{F} \cdot d\vec{s} = \vec{F} \cdot lc$. Como no momento do disparo a direção da força coincide com a direção de deslocamento do projétil no cano, por consequência temos: $W = \vec{F} \cdot lc =$

$Pm.S.lc = 404,444.0,6468.0,152 \cong 39,7 \text{ kgf} = 39,7.9,81 = 389,4 \cong 389J$, assim sendo a taxa de Trabalho de lançamento de um projétil é equiparada à energia cinética que o projétil possui ao deixar a boca do cano da arma: $W = Ec$.

Considerando-se a fórmula para energia cinética $Ec = \frac{1}{2} m \cdot \vec{v}^2$ onde m = massa do projétil (m_p) e \vec{v} = velocidade inicial do projétil na boca do cano (\vec{v}_1) e utilizando as informações da tabela abaixo temos: $EC = \int_0^{310} m_p \cdot \vec{v} \cdot d\vec{v} = m_p \int_0^{310} \vec{v} \cdot d\vec{v} = m_p \frac{\vec{v}^2}{2} \Big|_0^{310} = \frac{1}{2} \cdot m_p \cdot (\vec{v}_1^2 - \vec{v}_0^2) = \frac{1}{2} \cdot 0,0081 \cdot (310^2 - 0) = 389,205 \approx 389 J = \frac{389}{9,81} \text{ kgm} \approx 39,65 \text{ kgm}$.

Projétil			Balística			Especificações
Tipo	Cód.	Peso(gr)	V (m/s)	E (J)	Provete (cm)	
38 SPL						
Expansivo Ponta Oca + P + Gold	EXPO	125	310	389	10,2 ventilados	Munição de excelente expansão do projétil

Tabela 1 – Informativo Técnico CBC nº 43, 2005.

Fonte: <<http://www.cbc.com.br/upload/informativos/6.pdf>> acesso em 9 de out. 2017.

3.3 - Arma de fogo e o calibre

O calibre real de uma arma de fogo corresponde à medida padrão do diâmetro do projétil, que geralmente coincide com o diâmetro interno da alma do cano (BRASIL, 2000); nas armas de almas raiadas, o calibre real corresponde à parte não raiada da alma do cano, e deve ser medida entre dois cheios transversalmente opostos.



Figura 2- Representação gráfica do calibre real.

Fonte: [file:///C:/Users/pc/Downloads/3062-10759-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/3062-10759-1-PB%20(1).pdf) Acesso em 28 de set. de 2017.

3.3.1 - Nomenclaturas de Calibres e os Sistemas de Medição

A metrologia legal no Brasil utiliza o Sistema Internacional de Unidades (SI) para aferição do diâmetro do calibre e fabricação dos cartuchos, dessa forma ao se referir a um calibre no que tange as medidas do diâmetro, devemos inicialmente verificar em qual sistema de medidas esse equipamento foi inicialmente projetado (INMETRO, 2017).

Para efeitos deste estudo o revólver calibre 38, uma das armas mais conhecidas de todos os tempos, popularmente conhecido como “TRÊSOITÃO”, foi idealizado no Sistema Americano de Medidas, no entanto o diâmetro real do projétil gira em torno de 0,357 polegada. Assim utilizando a Tabela de Conversão de Medidas temos:

Sistema Internacional de Unidades (SI)	Sistema Inglês	Fator de Conversão
Milímetro – mm	Polega – Inch (in)	1 pol. = 0,25 mm 1mm = 0,039 in

Tabela 2 - Tabela de conversão entre os Sistemas de Medição

Fonte: Autoria própria

Portanto 9.0678 mm é o diâmetro real da alma do cano do revólver 38.

3.3.2 - Processo de cálculo da área interna da seção reta do cano do revólver

Traçando-se um plano cartesiano XY com origem no centro da circunferência referente à alma do cano do objeto em questão demonstrado no desenho abaixo temos:

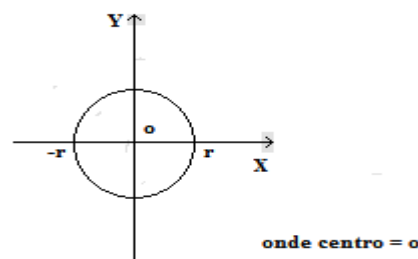


Figura 3 – Representação do plano cartesiano XY com origem no centro da alma do cano

Fonte: Autoria própria

Sendo $x^2 + y^2 = r^2$ a equação da circunferência de centro na origem “o” então $y = \sqrt{r^2 - x^2}$ ou $y = -\sqrt{r^2 - x^2}$ a área de um dos semicírculos então: $A = \int_{-r}^r \sqrt{r^2 - x^2} . dx = \int_0^r \sqrt{r^2 - x^2} . dx \rightarrow \frac{r^2}{2} \left[\frac{\pi}{2} \right] = \frac{\pi r^2}{4} \rightarrow A = 4 \frac{\pi r^2}{4} = 64,58 \text{ mm}^2$

3.4 - Munição em Arma de Fogo

Munição definida por Brasil (2000) é um conjunto completo, pronto para carregamento e disparo de uma arma de fogo, e é formado pelo estojo, espoleta, pólvora e projétil.

3.4.1 - Estudando a velocidade do projétil com o auxílio do pêndulo balístico

Nas figuras 4 e 5 são descritos um esquema de pêndulo balístico e uma das diversas maneiras de se registrar a altura.

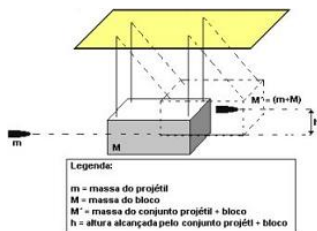


Figura 4 – Demonstração do pêndulo balístico

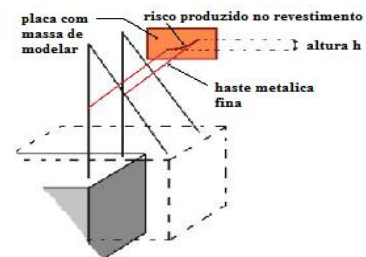


Figura 5 – Representação da trajetória pendular à altura

Fonte: <www.google.com.br> Acesso em 04 de out. de 2017

Do mecanismo de disparo da arma até o escape do projétil na saída da boca do cano, o mesmo não sofre a influência de nenhuma força dissipativa (TILLMANN, 2013). Assim por conta de determinar a velocidade de escape do projétil na saída do cano da arma podemos considerar duas Leis da física: a conservação da quantidade de movimento e a conservação da energia mecânica.

Conseqüentemente a quantidade de movimento linear de uma partícula pode ser determinada por: $\vec{p} = m \cdot \vec{v}$ onde unidade kg.m/s, sendo $\frac{d\vec{p}}{dt} = \frac{d(m \cdot \vec{v})}{dt} = m \cdot \frac{d\vec{v}}{dt} = m \cdot \vec{a} = \vec{F} \rightarrow \vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt}$, portanto na ausência de forças externas o momento linear de um sistema se conserva. Se $\sum_i \vec{F}_{ext} = \frac{d\vec{p}_{sist}}{dt} = 0 \rightarrow \vec{p}_{sist} = \sum_i m_i \cdot \vec{v}_i = M \cdot \vec{v} = \text{constante}$, assim $\vec{p}_1 = \vec{p}_2 \rightarrow m \cdot \vec{v}_1 = (m + M) \cdot \vec{v}_2$ onde $v_1 = \frac{(m+M) \cdot v_2}{m}$.

Segundo Tommasini e Silva (sd) é fundamental lembrar que na colisão do projétil com o pêndulo podemos apenas considerar a conservação do momento linear, já que: $\frac{1}{2} m \cdot \vec{v}_1^2 \neq \frac{1}{2} (m + M) \cdot \vec{v}_2^2$, onde \vec{v}_1 a velocidade do projétil antes da colisão e \vec{v}_2 a velocidade do

conjunto projétil+bloco. Considerando o pêndulo balístico na posição de repouso, utilizando-se como referência à base da altura h , pode-se afirmar que a energia potencial gravitacional é nula, portanto temos como energia mecânica apenas a energia cinética do conjunto projétil+bloco do pêndulo no instante da colisão, dada por: $EC = \frac{1}{2}(m + M) \cdot \vec{v}_2^2$. No entanto após o deslocamento do sistema projétil+bloco do pêndulo, no ponto mais alto, determinado pela altura h , teremos como energia mecânica apenas a energia potencial gravitacional dada por: $EP = (m + M) \cdot \vec{g} \cdot h$.

Então pelo teorema da conservação da energia, a energia mecânica no momento da colisão (apenas energia cinética), deve ser igual à energia mecânica depois da colisão (apenas energia potencial gravitacional), ou seja: $EM_1 = EM_2 = \frac{1}{2}(m + M) \cdot \vec{v}_2^2 = (m + M) \cdot \vec{g} \cdot h$ portanto $\vec{v}_2 = \sqrt{2 \cdot \vec{g} \cdot h}$, à vista disso para calcularmos a velocidade do projétil na saída da boca do cano temos: $v_1 = \frac{(m+M) \cdot \sqrt{2 \cdot \vec{g} \cdot h}}{m}$.

Na tabela abaixo são descritos diferentes massas de pêndulos e suas respectivas alturas alcançadas quando se utilizam munições 38 SLP Expansivo Ponta Oca + P + Gold:

Massa do projétil (g)	Massa do pêndulo (kg)	Altura alcançada (m)	Velocidade v_1 (m/s)	Velocidade v_2 (m/s)
8,1 gramas	1 kg	0,3162 m	309,9 m/s	2,49 m/s
8,1 gramas	2 kg	0,0796 m	309,81 m/s	1,25 m/s
8,1 gramas	3 kg	0,0355 m	309,93 m/s	0,83 m/s
8,1 gramas	4 kg	0,0200 m	309,96 m/s	0,63 m/s
8,1 gramas	5 kg	0,0128 m	309,84 m/s	0,50 m/s
8,1 gramas	6 kg	0,0089 m	309,79 m/s	0,41 m/s

Tabela 3 – Cálculos da velocidade do projétil com auxílio do pêndulo.

Fonte: Autoria própria, 2017.

Com os dados calculam-se algumas variáveis das características das qualidades:

Média amostral $\bar{h} = \frac{h_1 + \dots + h_n}{n}$	Amplitude $R = h_{máx.} - h_{min.}$	Mediana $M = \frac{h_3 + h_4}{2}$	Desvio Padrão $\sigma = \sqrt{\frac{\sum h - \bar{h} ^2}{n - 1}}$
0,07883 m	0,3073 m	0,02775 m	0,04859 m

Tabela 4 – Cálculos das variáveis das características das qualidades das alturas alcançadas.

Fonte: Autoria própria, 2017.

Média amostral $\bar{v} = \frac{v_1 + \dots + v_n}{n}$	Amplitude $R = v_{maior.} - v_{menor.}$	Mediana $M = \frac{v_3 + v_4}{2}$	Desvio Padrão $\sigma = \sqrt{\frac{\sum v - \bar{v} ^2}{n - 1}}$
1,01883 m/s	2,08 m/s	0,73 m/s	0,7803 m/s

Tabela 5 – Cálculos das variáveis das características das qualidades das velocidades do conjunto pêndulo+projétil.

Fonte: Autoria própria, 2017.

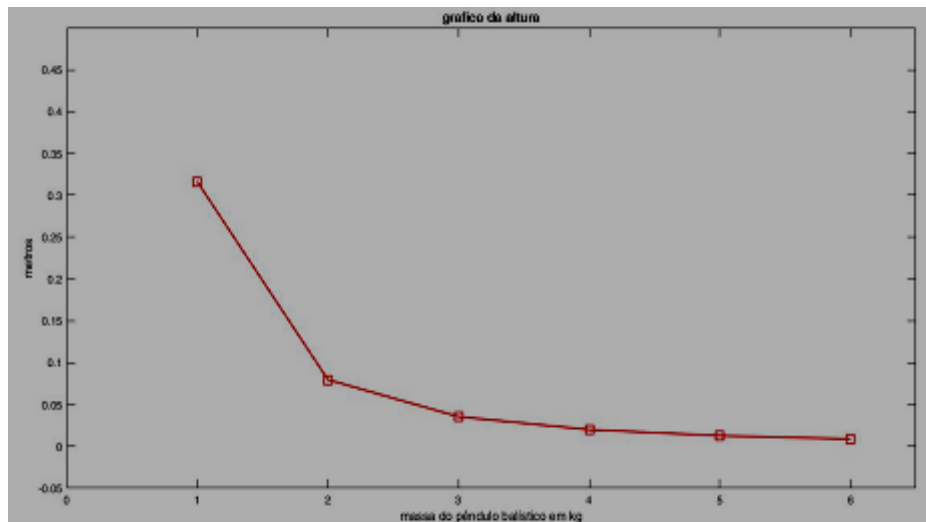


Figura 6 – Gráfico da altura alcançada pelo conjunto pêndulo+projétil em MATLAB.

Fonte: autoria própria, 2017.

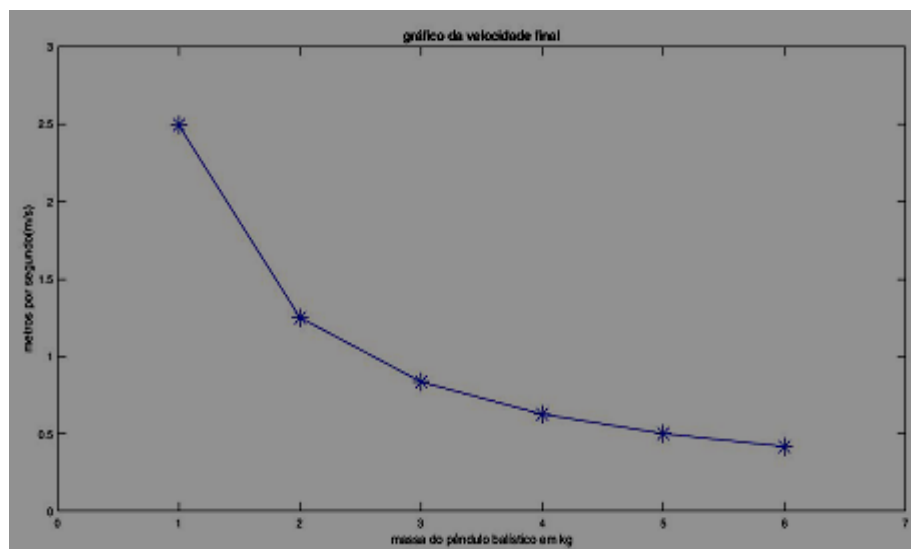


Figura 7 – Gráfico da velocidade do conjunto pêndulo+projétil em MATLAB.

Fonte: Autoria própria, 2017.

3.4.2 - Estudando o movimento dos projéteis

3.4.2.1 - Trajetória do Projétil em duas dimensões no vácuo

O trajeto percorrido é dado em função do tempo: $t = \frac{x}{v_1 \cos \alpha}$ então na vertical $y(x) = v_1 \sin \alpha \left(\frac{x}{v_1 \cos \alpha} \right) - \frac{g}{2} \left(\frac{x}{v_1 \cos \alpha} \right)^2 \rightarrow y(x) = x \tan \alpha - \frac{gx^2}{2(v_1 \cos \alpha)^2}$.

O alcance máximo ($x_{m\acute{a}x}$) ocorre para as raízes $t_0 = 0$ e $t_f = \frac{2v_1 \sin \alpha}{g}$, portanto $y = (v_1 \sin \alpha)t - \frac{1}{2}gt^2 = 0$, assim em $x = (v_1 \cos \alpha) \cdot t = (v_1 \cos \alpha) \cdot \frac{2v_1 \sin \alpha}{g} = \frac{v_1^2 \sin 2\alpha}{g}$ portanto no alcance máximo $\sin 2\alpha = 1$ ou seja $\alpha = 45^\circ$, assim no vácuo $x_{m\acute{a}x} = \frac{v_1^2}{g}$.

Quando a altura máxima é obtida ($y_{m\acute{a}x}$), $\alpha = 90^\circ$, no eixo x temos $x = 0$, temos $y_{m\acute{a}x} = \frac{x_{m\acute{a}x}}{2}$ (ALMEIDA JUNIOR, 2017).

3.4.2.2 - O movimento dos projéteis na atmosfera

Na atmosfera a velocidade do projétil não é constante, se alterando instantaneamente, em função da distância percorrida no tempo, assim a velocidade inicial da boca do cano \vec{v}_1 deve ser substituída pela velocidade instantânea $\vec{v}_i = \vec{v}_1 - r x$, onde r multiplicado por x representa a retardação ocorrida em função da resistência do ar, representado pela equação:

$$r = \frac{\bar{v}_1 - \frac{\sqrt{(x)g}}{\cos \alpha}}{x}, \text{ deduzida da equação da trajetória dos projéteis na atmosfera } f(x) = \tan \alpha x - \frac{g}{2} \frac{x^2}{((\bar{v}_1 - r x) \cos \alpha)^2}, \text{ sendo o fator de retardação (r) calculado numericamente, através de aproximações sucessivas (ALMEIDA JUNIOR, 2017).}$$

3.4.3 - Demonstração teórica do Alcance Máximo do projétil .38 SPL e outras variáveis na atmosfera utilizando tabelas balísticas.

O alcance máximo é a distância adquirida pelos projéteis a partir da boca do cano da arma e o ponto de queda, sendo que as maiores distâncias são verificadas de acordo com Franco atirador (2017) em ângulos próximos de 30° . Para os cálculos subsequentes foram utilizados dados e informações disponíveis em tabelas balísticas.

No caso da fonte pesquisada (Informativo Técnico CBC, 2005) onde não constam os valores do alcance máximo, os mesmos foram adquiridos através de cálculos numéricos.

Dados disponíveis					
Cartucho .38 SPL Amostra	Cód.	Peso grains	Descrição	\vec{v}_1 m/s	Fontes:
A	CHOG	125	Chumbo Ogival Curto	207	CBC (2005)
B	CHOG	125	Chumbo Ogival Treina	229	CBC (2005)
C	CHOG	158	Chumbo Ogival	229	CBC (2005)
D	CHOG	158	Chumbo Ogival	230	Franco Atirador (2017)
E	CHCV	148	Chumbo Canto Vivo	244	CBC (2005)
F	EXPO	158	Expansivo Ponta Oca	245	CBC (2005)
G	CHOG	158	Chumbo Ogival	260	Franco Atirador (2017)
H	EXPO	158	Expansivo Ponta Oca ^{+P}	268	CBC (2005)
I	EXPO	158	Expansivo Ponta Oca	270	Franco Atirador (2017)
J	ETPP	125	Encamisado Ponta Plana	287	CBC (2005)
K	EXPO	125	Expansivo Ponta Oca ^{+P+}	305	CBC (2005)
L	EXPO	125	Expansivo Ponta Oca ^{+P+}	310	CBC (2005)

Tabela 6 – velocidades iniciais das amostras de acordo com a fonte pesquisada

Fonte: Autoria própria, 2017.

Segundo informações descritas por Franco Atirador (2017), para um projétil chumbo ogival com velocidade inicial de 260 m/s, o alcance máximo foi de 1638 m. Assim podemos calcular o valor da constante r para velocidade inicial e alcance máximo determinado, onde:

$$r = \frac{\vec{v}_1 - \frac{\sqrt{(x)g}}{\cos\alpha}}{x} = \frac{260 - \frac{\sqrt{1638 \cdot 9,81}}{2,0,57735}}{1638} \cong 0,0755710$$

Sendo possível agora obter o valor de cada r a partir de uma aproximação inicial (x_0), nas imediações da raiz ($x_{máx}$), onde calculamos os diversos valores de r_i , por aproximações sucessivas a duas variáveis (x_i e r_i); sendo que x_i segue a ordem crescente de unidades (metros) a partir de (x_0 ; r_i) também na ordem crescente, e se obtém por interpolação a partir de valores sequenciais de x_i , até o limite de $f(x_i, r_i) = f(x_i) = 0$ no ponto de queda, portanto f

$(x_{\text{máx}}, 0)$, cuja fórmula geral para se obter o fator de retardação é $r_i = r_{i-1} \left(\frac{x_i}{x_{i-1}} \right)$ como se segue:

$$\begin{aligned} \dots r_{1351} &= r_{1351-1} \left(\frac{1351}{1350} \right) = 0,061568 \cdot (1,0007412) = 0,0616137 \leftarrow \dots r_{1639} \\ &= r_{1639-1} \left(\frac{1639}{1638} \right) = r_{1638} \left(\frac{1639}{1638} \right) = 0,0755710 \cdot (1,0006105006) \\ &= 0,0756171 \dots \rightarrow \dots r_{1885} = r_{1885-1} \left(\frac{1885}{1884} \right) = r_{1884} \left(\frac{1885}{1884} \right) \\ &= 0,08690721 \cdot (1,0005308) = 0,08695333 \end{aligned}$$

Assim interpolando na equação $f(x) = \text{tang} \alpha x - \frac{g}{2} \frac{x^2}{((\bar{v}_1 - rx) \cos \alpha)^2}$ para distância seu r correspondente quando $f(x) = 0$, temos o alcance máximo.

Alcances máximos em metros (m) para $\alpha=30^\circ$ obtido no ponto de queda quando $f(x) = 0$											
Dados disponíveis e/ou calculados											
Amostra											
A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1.352,5	1.474,5	1.474,5	1.481,5	1.553,5	1.558,5	1.638	1.679,5	1.689,3	1.774,5	1.861,5	1.884,8

Tabela 7 – Alcance máximo no ponto de queda

Fonte: Autoria própria, 2017.

Em função dos resultados obtidos por Franco Atirador (2017), ou teóricos, podemos chegar a algumas variáveis das características das qualidades do alcance máximo descritos a seguir, e expresso na tabela abaixo, onde x_i^* é o valor central das classes de alcance dos projéteis no ponto de queda, divididos em seis classes partindo dos parâmetros da tabela 6, e f_i é a frequência desses alcances em cada classe.

O cálculo da Medida de Tendência Central orienta para um centro em torno do qual os valores se distribuem $\mu = \frac{\sum x_i^* \cdot f_i}{\sum f_i} = \frac{19.700}{12} \approx 1.642 \text{ m}$. O cálculo da Variância $\sigma^2 = \frac{\sum (x_i - \mu)^2}{n-1} = \frac{174.984}{12-1} = \frac{174.984}{11} \approx 15.907,64$, onde n representa a frequência; o Desvio Padrão $\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \mu)^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{174.984}{12-1}} = \sqrt{\frac{174.984}{11}} \approx \sqrt{15.907,64} \approx 126,1255$; Desvio padrão da média $\sigma_x = \frac{\sigma}{\sqrt{n}} = \frac{126,1255}{\sqrt{12}} \approx 36,41$ e a Função de Densidade de probabilidade (FDP) que descreve a

probabilidade relativa de uma variável aleatória dada por $f_x(x) = P[a \leq x \leq b] =$

$$\int_a^b \frac{1}{\sigma\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x_i-\mu)^2}{2\sigma^2}} d(x) \rightarrow f_x(x) = \int_{1.352,5}^{1.884,8} \frac{1}{126,2695\sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x_i-1.642)^2}{2(15944)}} d(x).$$

Classe metros	x_i^* metros	Frequência f_i	Produto $x_i^* \cdot f_i$	Desvios $d^2 = (x_i^* - \mu)^2$	FDP $f(x)$
1.350-1.450	1.400	1	1.400	58.564	0,05
1.450-1.550	1.500	3	4.500	20.164	0,2
1.550-1.650	1.600	3	4.800	1.764	0,3
1.650-1.750	1.700	2	3.400	3.364	0,3
1.750-1.850	1.800	1	1.800	24.964	0,15
1.850-1.950	1.900	2	3.800	66.564	0,04
		$\sum f_i = 12$	$\sum x_i^* \cdot f_i = 19.700$	$\sum d^2 = 175384$	$\int_a^b f(x) dx \approx 74\%$

Tabela 8 – Variáveis das características das qualidades do alcance máximo.

Fonte: Autoria própria, 2017.

A partir da função densidade de probabilidade (FDP) gera-se o gráfico de distribuição normal denominado curva de Gauss representado abaixo:

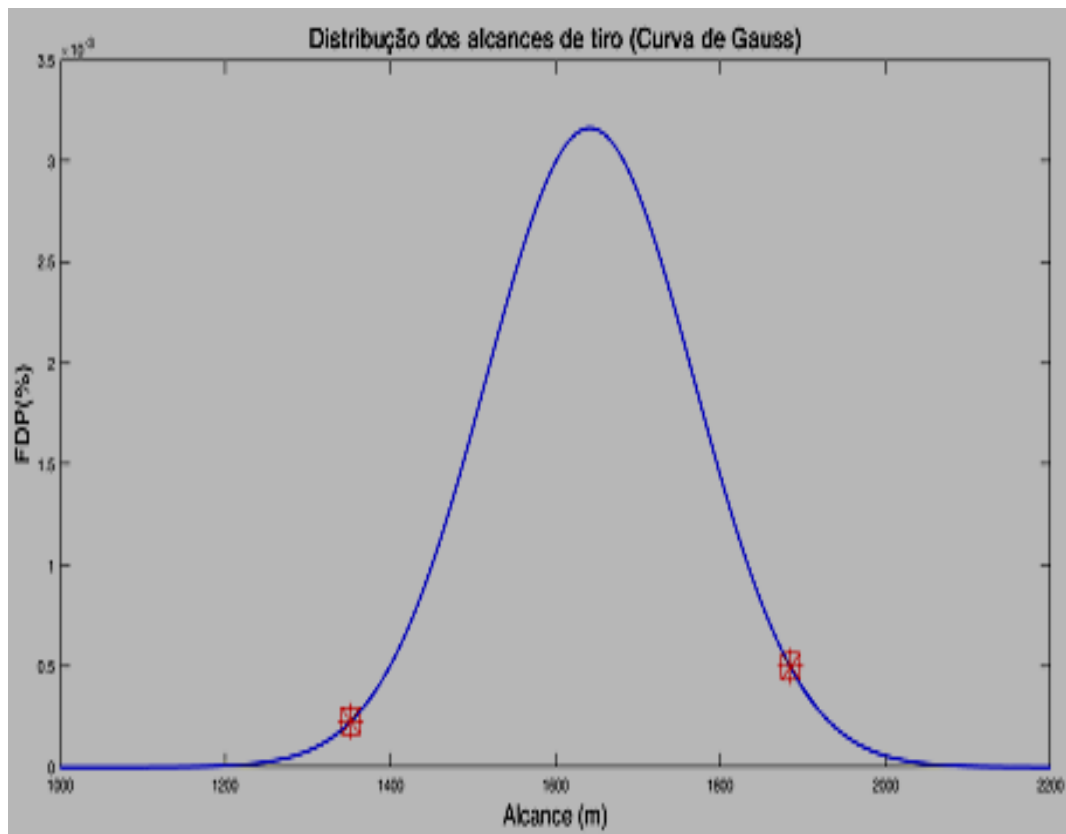


Figura 8 – Curva de Gauss da Função Densidade Probabilidade

Fonte: Autoria própria, 2017.

3.5 - Engenharia Mecânica

3.5.1 - Revólver

Revólver é uma arma curta, cuja principal característica é ter, para um só cano, várias câmaras de combustão (BRASIL, 2000).

3.5.2 - Projeto de um revólver

O revólver é montado basicamente sobre uma armação de aço que serve como suporte para todos os componentes inseridos. Tiro defensivo (2017) expõe alguns dados a respeito de um revólver calibre 38, que tomamos por base referencial. Segundo o mesmo site, o tambor e o cano são fabricados com aço SAE 4140; a armação com aço SAE 1145; o cão o gatilho o retém, o ferrolho e o dedal serrilhado com aço SAE 8620; Já as molas são fabricadas com aço mola corda de piano tipo SAE 1085 que segundo Luz (2017) possui uma tensão de escoamento como sendo maior que 538 MPa ou 78.000 psi; o coeficiente de Poisson (ν) que expressa à deformação longitudinal e lateral/transversal sofrida é igual a 0,30479 ; módulo de elasticidade ou módulo Yong (E) 206 GPa.

3.5.3 - Mola helicoidal (escolha do fio)

As molas constituem elementos de máquinas que sofrem condições de serviços extremas, e segundo Moro (2015) o fio de aço corda de piano é o melhor, possuindo um alto teor de carbono entre 0,80 e 0,98 %, sendo o mais duro e amplamente utilizado; tem a maior resistência à tração suportando tensões mais altas sob solicitações repetidas; encontra-se disponível em diâmetros de 0,12 a 3 mm (0,005 a 0,125 pol.), podendo suportar um enrolamento em torno de seu eixo de 3 a 3,5 vezes o seu diâmetro; não pode ser utilizado em temperaturas superiores a 120°C (250°F) ou abaixo de 0°C.

3.5.4 - Forças sofridas por molas helicoidais de compressão

De um modo geral quando se aplica uma força \vec{F} em uma mola de compressão de diâmetro médio (D) essa força tende a fechar a mesma. Segundo Santos Junior (2001), para

que haja deformação linear da mola deve haver deformação angular do fio, calculado por $\operatorname{tg} \lambda = \frac{p}{\pi \cdot D}$ onde (p) é o passo do fio ao outro ($\cong 1,72\text{mm}$), e sendo espaço entre fios é igual ($\cong 0,22\text{mm}$), no desenho da mola real em tamanho original do calibre 38 imagem explodida, foi medido $\lambda \cong 4^\circ$, portanto $D = \frac{p}{\operatorname{tg} \lambda \cdot \pi} = \frac{1,72}{\operatorname{tg} 4^\circ \cdot \pi} \cong 7,83 \text{ mm}$. Desta forma as forças de cisalhamento, força cortante e torque, se somam na parte interna do fio da mola causando uma tensão máxima, enquanto na região externa do mesmo a tensão é mínima, já que as tensões atuam em sentidos diferentes.

4 - Metodologia

Para Albertazzi e Souza (2008) em “Fundamentos de metrologia científica e industrial” é essencial que qualquer projeto se prima pelos elementos básicos envolvidos no processo dos resultados das medições, no entanto a análise de todo processo foi realizada, estimando-se ou aproximando-se, utilizando como parâmetro material fotográfico em detrimento ao fato de não possuir o objeto em questão; outros materiais bibliográficos foram utilizados, sobretudo, livros inerentes as matérias aplicadas.

4.1 - Especificação da mola e esforços sofridos

A tabela 9 apresenta as variáveis de entrada da mola real tomando como referencial imagens em tamanho real do revólver calibre 38.

Variável	Variável	Variável	Variável	Variável
Diâmetro médio da mola real (D)	Diâmetro do fio musical (d)	Comprimento da mola real	Compressão total da mola (x)	Número total de espiras (Nt)
Medidas/unidade	Medidas/unidade	Medidas/unidade	Medidas/unidade	
7,61 mm	0,13 mm	59,85 mm	7,47 mm	38
7,76 mm	0,14 mm	59,96 mm	7,45 mm	37
7,85 mm	0,15 mm	59,99 mm	7,49 mm	37
7,88 mm	0,15 mm	60,1 mm	7,53 mm	37
7,90 mm	0,18 mm	60,14 mm	7,56 mm	36

Tabela 9 – Variáveis de entrada: Processo de Medição.

Fonte: Autoria própria, 2017.

A tabela 10 apresenta as variáveis de saída com suas incertezas do valor médio:

Variável	Medidas	Desvio padrão da média (σ_x)	Unidade
Diâmetro médio da mola real (D)	7,8	$\pm 0,0532$	Mm
Diâmetro do fio musical (d)	1,5	$\pm 0,0084$	Mm
Comprimento da mola real	60	$\pm 0,0519$	Mm
Compressão total da mola (x)	7,5	$\pm 0,02$	Mm
Número total de espiras (Nt)	37	$\pm 0,3$	

Tabela 10 – Variáveis de saída: Processo de Medição

Fonte: Autoria própria, 2017.

Em situações virtuais baseados em fotos ou imagens é comum que se utilize as informações de medidas de grandezas nas escalas de algum instrumento de medição a qual os objetos dessas imagens foram submetidos, no entanto muitas das informações foram cruzadas

e estimadas a partir de elementos gerais, assim verifica-se com base na análise do processo de medição como fonte de incerteza a resolução limitada (R) sobre a imagem do objeto e seus componentes, sempre ocorrendo o arredondamento das medidas e repetitividade (R_e) da medição dos itens da imagem independente do instrumento utilizado.

Com os dados de saída verificou-se a coerência das medidas, uma vez que foi encontrado a partir da fórmula do ângulo de enrolamento um valor de diâmetro médio muito próximo ($D = 7,83 \text{ mm}$). Tomando-se essa variável para demonstrações a incerteza padrão da repetitividade é dada por $uR_e = \frac{\sigma}{\sqrt{N}} = \frac{0,1189}{\sqrt{5}} = 0,0532 \text{ mm}$; o número do grau de liberdade é dado por $\nu = N - 1 = 4$; a incerteza padrão do erro de arredondamento é dada em função de uma distribuição retangular onde o grau de liberdade tende ao ∞ , $a = \frac{R_S}{2}$, onde $uR = \frac{a}{\sqrt{3}} = 0,0029$; neste caso em que utilizou-se um paquímetro de resolução de centésimos de milímetros os arredondamentos foram para décimos de milímetros onde $a = \frac{R_S}{2} = \frac{0,01}{2} = 0,005$; o cálculo da incerteza combinada é determinado por $uR_c = \sqrt{uR_e^2 + uR^2} = \sqrt{2,8302 \cdot 10^{-3} + 8,41 \cdot 10^{-6}} = 0,0532 \text{ mm}$; para o cálculo do grau de incerteza expandido é necessário saber o grau de liberdade efetivo que é dado por $\frac{uR_c^4}{\nu_{ef}} = \frac{uR_e^4}{\nu_{R_e}} + \frac{uR^4}{\nu_R} \rightarrow \nu_{ef} = \frac{uR_c^4}{\frac{uR_e^4}{\nu} + \frac{uR^4}{\infty}} = \frac{0,0532^4}{\frac{0,0532^4}{4}} = 4$, então sabendo-se o grau de liberdade efetivo calcula-se o coeficiente de student "t" a partir de tabelas para graus de liberdade e assim calcula-se o grau de incerteza expandido em que $u = t \cdot uR_c = 2,869 \cdot 0,0532 = 0,1526$, portanto com estes cálculos chega-se ao resultado da medição para a variável aqui representada, onde $RM = 7,8 \pm 0,1526 \text{ mm}$.

Com todas as medidas efetuadas calculam-se os esforços sobre a mola. A relação entre os diâmetros médio da mola (D) e o diâmetro do fio (d), é chamada índice de curvatura da mola e é dado por $C = \frac{D}{d} = \frac{7,8 \text{ mm}}{1,5 \text{ mm}} = 5,2$. A curvatura em uma mola é responsável pelo aumento das tensões originais, e os fios possuem maior rigidez no lado interno da mola, portanto, é levado em conta o fator de Wahl, utilizado para solicitação de carregamento variável, que é o caso do impacto que o gatilho causa no cão e subsequente na mola real, onde $k_w = \frac{4 \cdot C - 1}{4 \cdot C - 4} + \frac{0,615}{C}$; Então para as medidas obtidas $k_w = \frac{(4,5,2) - 1}{(4,5,2) - 4} + \frac{0,615}{5,2} \cong 1,2968$. A tensão para um carregamento dinâmico segundo Santos Junior (2001) é igual a $\tau = \frac{8 \cdot \bar{F} \cdot D}{\pi \cdot d^3} \cdot K_w =$

$\frac{8.\vec{F}}{\pi.d^2} \cdot C \cdot K_w$, assim se apenas forem considerados tensão de escoamento para o cálculo de força máxima que pode ser aplicada sobre essa mola sem que ocorra uma deformação irreversível na mesma, será $\tau_{m\acute{a}x} = \frac{8.\vec{F}.D}{\pi.d^3} \cdot K_w = \frac{8.\vec{F}}{\pi.d^2} \cdot C \cdot K_w \rightarrow \vec{F} = \frac{\tau_{m\acute{a}x} \cdot \pi.d^2}{8.C.K_w} = \frac{54,8607 \cdot \pi \cdot 1,5^2}{8,5 \cdot 2,1 \cdot 2968} \cong 7,19 \text{ kgf} \cong 70,51 \text{ N}$.

A deflexão de uma mola pode ser calculada pelo método de Castigliano e é dada por $\delta = \frac{8.\vec{F}.D^3.N}{d^4.G} = \frac{8.\vec{F}.C^3.N}{d.G}$ (*unidades de tamanho*), onde N é o número de espiras ativas dada por $N = N_t - 2$, e G é o módulo de elasticidade transversal, sendo $G = \frac{E}{2.(1+\nu)} = \frac{206}{2.(1+0,30479)} \approx 78,94 \text{ GPa} = 8050 \text{ kgf/mm}^2$. Segundo Moro (2015) a constante de mola K para molas em geral, é definida como o esforço "F" para produzir uma deflexão unitária de um milímetro, ou seja, da lei de Hooke, dada por $k_0 = \frac{\vec{F}}{\delta} [\frac{\text{kgf}}{\text{mm}}]$ onde $k_0 = \frac{\vec{F}}{\frac{8.\vec{F}.D^3.N}{d^4.G}} = \frac{d^4.G}{8.D^3.N}$, que para 35 espiras de mola ativas do calibre .38 em questão calcula-se $k_0 = \frac{d^4.G}{8.D^3.N} = \frac{1,5^4 \cdot 8050}{8,7 \cdot 8^3 \cdot 35} \cong 0,3067 \text{ kgf/mm}$.

Sabendo-se que a mola real sofre uma compressão de 7,5 mm podemos calcular a força necessária de compressão $\vec{F} = K \cdot x = 0,3067 \frac{\text{kg}}{\text{mm}} \cdot 7,5 \text{ mm} \approx 2,3 \text{ kgf} \cong 22,5 \text{ N}$, o que se aproxima dos dados fornecidos por Tiro defensivo (2017), que para um calibre 38 modelo similar, a força peso do gatilho gira em torno de 2,1 a 2,5 Kgf, ou seja entre 20,6 a 24,5 N.

Neste ponto, em função dos dados obtidos e dados disponíveis na literatura faremos uma intervenção comparativa de confirmação desses dados para o cálculo da constante de mola:

Força aplicada (\vec{F}) Newton = Y	Compressão da mola em mm = x
0	60
20,6	671/10
22,5	735/10
24,5	798/10

Tabela 11 – Variáveis de entrada: Cálculo de constante de mola

Fonte: Autoria própria, 2017.

Por conseguinte, podemos escrever a equação de Hooke como sendo $\vec{F} = k \cdot x \rightarrow y = a + bx$ então para matriz transversa e inversa:

$$M \begin{vmatrix} 1 & 60 \\ 1 & 671/10 \\ 1 & 735/10 \\ 1 & 798/10 \end{vmatrix} y = \begin{vmatrix} 0 \\ 20,6 \\ 22,5 \\ 24,5 \end{vmatrix} \quad X = \begin{vmatrix} a \\ b \end{vmatrix} = [M.M]^{-1}.M.y$$

$$M^T.M \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 60 & 671/10 & 735/10 & 798/10 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 1 & 60 \\ 1 & 671/10 \\ 1 & 735/10 \\ 1 & 798/10 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 4 & 280,4 \\ 280,4 & 19872,6 \end{vmatrix}$$

$$M^T.y \begin{vmatrix} 1 & 1 & 1 & 1 \\ 60 & 671/10 & 735/10 & 798/10 \end{vmatrix} \cdot \begin{vmatrix} 0 \\ 20,6 \\ 22,5 \\ 24,5 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} 67,6 \\ 4991,5 \end{vmatrix}$$

$$[M.M]^{-1} \begin{vmatrix} 4 & 280,4 \\ 280,4 & 19872,6 \end{vmatrix} \quad D=866,24; \text{ então } [M.M]^{-1} \begin{vmatrix} 22,94 & -0,32 \\ -0,32 & 0,005 \end{vmatrix}$$

$$[M.M]^{-1}.M^T \begin{vmatrix} 22,94 & -0,32 \\ -0,32 & 0,005 \end{vmatrix} \begin{vmatrix} 67,6 \\ 4991,05 \end{vmatrix} = \begin{vmatrix} -46,42 \\ 3,325 \end{vmatrix} \quad \text{assim } b \cong 3,325$$

portanto $K \cong 3,325 \text{ N/mm}$ então $y = 3,325 x$

À vista disso as informações se mostram corretas dentro de graus de incerteza. Então podemos calcular empiricamente o trabalho da força elástica W_e de compressão realizado sobre a mola real, que é igual a energia potencial elástica EP_e . Considerando a mola real em questão que possui 60 mm temos $EP_e = W_{e_{x_i \rightarrow x_f}} = \int_{x_i}^{x_f} f(x) dx = \int_{60}^{52,5} (-kx) dx = -k \int_{60}^{52,5} (x) dx = -k \frac{x^2}{2} \Big|_{60}^{52,5} = -\left(\frac{1}{2} kx_f^2 - \frac{1}{2} kx_i^2\right) = -\left(\frac{1}{2} \cdot 0,3067 \cdot (52,5)^2 - \frac{1}{2} \cdot 0,3067 \cdot (60)^2\right) = -(0,9888 - 1,5157) \cong 129,39 \text{ kgf} \cdot \text{mm} \cong 1,27 \text{ N} \cdot \text{m} \approx 1,27 \text{ J}$.

4.2 - Tambor

Alves (2017) define o retém de cartuchos do revólver como sendo um tambor ou cilindro que gira em torno do seu eixo de simetria com várias câmaras ou culatras (entre cinco e oito). Embora o tambor do revólver em questão seja um cilindro vazado em sete furos, para efeitos de cálculos de seus momentos circulares será considerado um cilindro maciço. As figuras a seguir mostram as vistas de frente e aberta em coordenada (x, y) do tambor em questão e suas medidas.

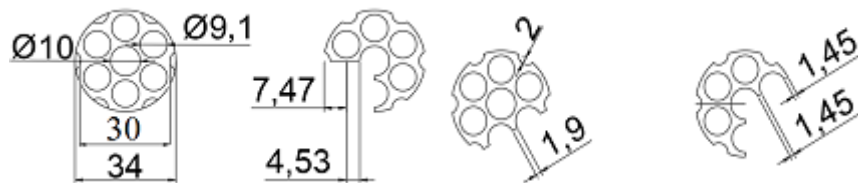


Figura 9: Imagens da vista de frente do tambor de munição idealizadas no AutoCad

Fonte: Autoria própria 2017.

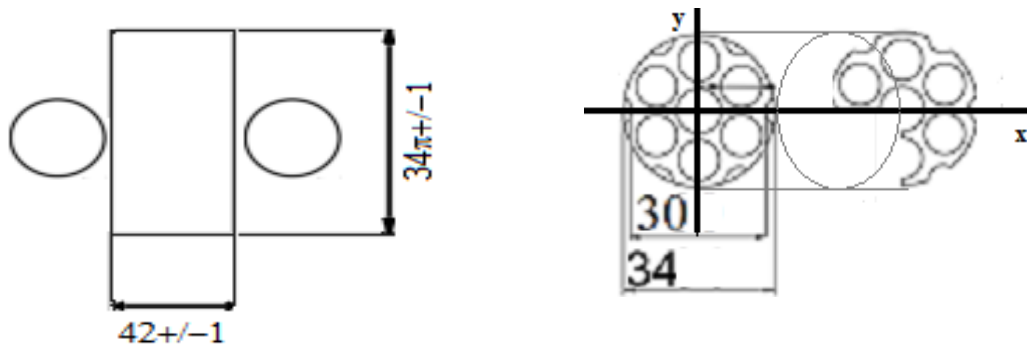


Figura 10: Distribuição seccionada retangular do cilindro no eixo (x,y)

Fonte: Autoria própria, 2017, AutoCAD.

Figura 11: Corte transversal no comprimento x

Fonte: Autoria própria, 2017, AutoCAD.

Em $x \rightarrow l_1 = 42 \pm 1 \text{ mm}$; em $y \rightarrow l_2 = 34 \pi \pm 1 \text{ mm}$, onde $l_{1;2}$ indicam comprimentos; sendo determinado em y como segue $C = l_2 = 2\pi r$ como $r = \frac{\emptyset}{2} \rightarrow \frac{34}{2} = 17 \text{ mm}$, assim $C = l_2 = 2\pi r = 2\pi 17 = 34\pi \pm 1 \text{ mm}$

Leithold (1994 apud Gonçalves et al, 2017, p.19) descreve uma técnica de integral dupla para o cálculo do centro de massa para seções retangulares em função de duas variáveis. Considerando a seção retangular do corte do cilindro maciço para efeitos de cálculos nas

coordenadas (x, y) como mostra a figura 8, e tendo como intervalo de integração $[(0 \leq x \leq 42)mm ; (0 \leq y \leq 34\pi)mm]$, temos em:

$$x = \frac{\int_{y_i}^{y_f} \int_{x_i}^{x_f} \rho \cdot x \cdot dx \cdot dy}{\int_{y_i}^{y_f} \int_{x_f}^{x_f} \rho \cdot dx \cdot dy} = \frac{\rho}{\rho} \cdot \frac{\int_0^{34\pi} \int_0^{42} x \cdot dx \cdot dy}{\int_0^{34\pi} \int_0^{42} dx \cdot dy} = \frac{\int_0^{34\pi} dy \cdot \left[\frac{x^2}{2}\right]_0^{42}}{\int_0^{34\pi} dy \cdot [x]_0^{42}} = \frac{\frac{(42)^2}{2} \cdot [y]_0^{34\pi}}{42 \cdot [y]_0^{34\pi}} = 21 \text{ mm}$$

$$y = \frac{\int_{x_i}^{x_f} \int_{y_i}^{y_f} \rho \cdot x \cdot dx \cdot dy}{\int_{x_i}^{x_f} \int_{y_f}^{y_f} \rho \cdot dx \cdot dy} = \frac{\rho}{\rho} \cdot \frac{\int_0^{42} \int_0^{34\pi} y \cdot dx \cdot dy}{\int_0^{42} \int_0^{34\pi} dx \cdot dy} = \frac{\int_0^{42} dx \cdot \left[\frac{y^2}{2}\right]_0^{34\pi}}{\int_0^{42} dx \cdot [y]_0^{34\pi}} = \frac{\frac{(34\pi)^2}{2} \cdot [x]_0^{42}}{34\pi \cdot [x]_0^{42}} = 17 \cdot \pi \text{ (mm)} \cong$$

53,41 mm.

O momento de inércia do cilindro pode ser calculado usando a massa específica do aço

$$(\rho) \text{ assim } I = \int_0^r 2\pi l \rho \cdot r^3 dr = 2\pi l \rho \cdot \int_0^{17} r^3 dr = 2\pi l \rho \frac{r^4}{4} \Big|_0^{17} = \pi \cdot l \cdot \rho \cdot \frac{(r^4 - 0)}{2} =$$

$\pi \cdot 42,7,85 \cdot 10^{-3} \cdot \frac{(17^4 - 0)}{2} \cong 43254,82 \text{ g} \cdot \text{mm}^2 \cong 43,255 \text{ Kg} \cdot \text{mm}^2$, sendo zero o ponto de origem no eixo de simetria do tambor.

Considerando-se um sistema de eixos como na figura 11, de modo que a origem desse sistema esteja no centro da base do cilindro e o eixo x seja perpendicular à base do cilindro, em qualquer corte transversal no comprimento x, a seção obtida será um círculo paralelo à base, cuja área é definida por $A = \pi \cdot r^2$, logo o volume do cilindro pode ser dado pela integral $V = \int_0^l \pi \cdot r^2 dx = \pi \cdot r^2 l \Big|_0^{42} = \pi \cdot 17^2 (42 - 0) = 38132,6516 \text{ mm}^3$; como a densidade para o aço é constante em toda sua superfície, para o cálculo da massa do tambor usamos $d = \frac{m}{v} \rightarrow m = d \cdot v = 7,85 \cdot 10^{-3} \cdot 38132,6516 \cong 299,3413 \text{ g}$.

O funcionamento mecânico do revolver inicia-se pela força peso do gatilho que faz girar uma alavanca em torno de 20° em relação ao eixo y de coordenadas de posições do componente gatilho/alavanca levando o giro do tambor em um arco de revolução de 60° ; com as medidas da alavanca 22 mm, considerada aqui a medida do raio de giro do gatilho/alavanca, calcula-se o torque do gatilho na alavanca onde $\tau = \vec{F} \cdot r \cdot \text{sen } \theta = 2,3 \cdot 22 \cdot \text{sen } \frac{\pi}{9} = 17,3 \text{ kg} \cdot \text{mm}$, assim em consonância com a segunda Lei de Newton para rotações, o torque aplicado imprime uma aceleração angular ao tambor e é dada por $\tau =$

$$I \cdot \vec{\alpha} \rightarrow \vec{\alpha} = \frac{\tau}{I} = \frac{17,3}{43,255} \cong 0,3999 \frac{\text{rad}}{\text{seg}} \cong 0,34 \frac{\text{rad}}{\text{seg}}$$

Usando Torricelli para o movimento circular do tambor a equação da velocidade angular é $\vec{\omega}^2 = \vec{\omega}_0^2 + 2\vec{\alpha}\Delta\varphi = \vec{\omega}_0^2 + 2\vec{\alpha}.r.\theta = 0 + 2.0,4.17.\frac{\pi}{3} \cong 14,2 \frac{rad}{seg}$, sendo portanto a velocidade tangencial igual a $\vec{v}_t = \vec{\omega}.r = 14,2.17 \cong 241,4 \frac{mm}{seg} \cong 0,2414 \frac{m}{seg}$.

5 - RESULTADOS

Os resultados encontrados em todo processo de dissertação deste trabalho mostrou que a falta de informação sobre o aspecto “Revolver calibre 38 e seus mecanismos de disparos” disponibilizados em literatura corrente, assim como a falta do objeto em questão para as devidas observações de seus mecanismos e mensurações, dificulta em muito qualquer contribuição que não apresente incertezas ao pesquisador ou leitor, uma vez que os resultados obtidos, embora muitos deles estejam em conformidades de cálculos e coerentes com os dados adquiridos durante as pesquisas literárias aqui informadas, teriam mais viabilidade se no Brasil a legislação permitisse o uso de armas de fogo ao cidadão comum, ou ainda se determinadas informações pelo menos aos alunos envolvidos com áreas de processos e fabricações tivessem um acesso mais amplo com disponibilidade legal regida por Lei a informações muitas vezes tratadas como segredo industrial ou de segurança pública em relação a armas de fogo.

6 - CONCLUSÕES

Após todos os processos concluídos e os cálculos resolvidos foi possível utilizando o software Inventor demonstrar o desenho do revólver calibre 38 como segue abaixo:



Figura 12: Imagem do revólver calibre 38 idealizada no Inventor

Fonte: Autoria própria 2017.

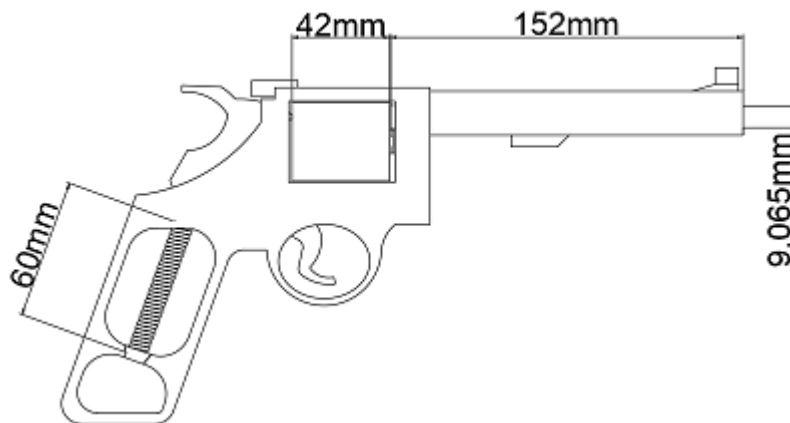


Figura 13: Imagens do revólver e algumas medidas idealizadas no AutoCad

Fonte: Autoria própria 2017

BIBLIOGRAFIA

ALBERTAZZI; SOUZA, A. de. **FUNDAMENTOS DE METROLOGIA CIENTÍFICA E INDUSTRIAL**. São Paulo: Pearson, 2008.

ALMEIDA JUNIOR, O. **UM ESTUDO SOBRE O MOVIMENTO DOS PROJÉTEIS BALÍSTICOS E SUA TRAJETÓRIA**. São Paulo: Blucher, 2017. 71 p. Disponível em <pdf.blucher.com.br/openaccess/9788580392579/completo.pdf> Acesso em 18 nov. 2017.

ALVES, E. B. **1911 ARMAS DE FOGO**. 2013. Disponível em: <<https://1911armasdefogo.com/2013/02/03/revolver-a-eterna-ferramenta/>> Acesso em 12 de nov. de 2017.

ANTON, H; RORRES, C. **ALGEBRA LINEAR COM APLICAÇÕES**. 10. ED. Porto Alegre; Bookman, 2012.

ARAKELIAN, M. B. **BANCADA DE TESTES DE ARMA DE FOGO POR ACIONAMENTO REMOTO**. 2016. 78 p. Disponível em: <bdm.unb.br/bitstream/10483/16651/1/2016_MarcosBarkevArakelian_tcc.pdf> Acesso em 17 de nov. de 2017.

BRASIL. **Decreto n. 3.665, de 20 de novembro de 2000**. Dá nova redação ao Regulamento para a Fiscalização de Produtos Controlados (R-105). Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d3665.htm> Acesso em 29 de ago. de 2017.

CUNHA NETO, João da **ARMAS DE FOGO: ESTATUTO JURÍDICO**. 2008. 101 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Direito) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008. Disponível em: <<http://calvados.c3sl.ufpr.br/bitstream/handle/1884/48524/M1036.pdf?sequence=1&isAllowed=y>> Acesso em 02 de set. de 2017.

Franco Atirador. Disponível em: <<http://www.geocities.ws/francoatiradorwp/calibres.html>>. Acesso em: 28 de out. de 2017.

GEORG, N. J.; KELNER, L.; SILVINO JÚNIOR, J. B.. **ARMAS DE FOGO: ASPECTOS TÉCNICOS PERICIAIS**. Revista Jurídica – CCJ ISSN 1982-4858 v. 15, nº. 30, p. 137 - 156, ago./dez. 2011. Disponível em: <[file:///C:/Users/pc/Downloads/3062-10759-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/3062-10759-1-PB%20(1).pdf)> Acesso em 02 de set. de 2017.

GONÇALVES, M. et. al. **DESENVOLVIMENTO DE UMA DOBRADIÇA COM MOLA**. 2017. 70 p. Disponível em <https://www2.ifmg.edu.br/arcos/documentos...2017-1/tai2-dobradica_com_mola.pdf> Acesso em 10 de nov. 2017.

HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. **FUNDAMENTOS DE FISICA**. 10. ed. Rio de Janeiro: LTC, 2016.

INMETRO. **METROLOGIA CIENTIFICA E INDUSTRIAL**. 2012. Disponível em: <<http://www.inmetro.gov.br/index.asp>> Acesso em 28 de set. de 2017.

LARSON, R.; FARBER, B.. **ESTATÍSTICA APLICADA**. 6. ed.. São Paulo: Pearson, 2016. 654 p.

LEITHOLD, L. **O CÁLCULO COM GEOMETRIA ANALÍTICA**. 3. ed. v.1. São Paulo: Harbra, 1994. 677-685 p.

LUZ, G. **MATERIAIS**. 2017. Disponível em <gelsonluz.com> acesso em 15 de nov. de 2017.

MORO, N.. **ELEMENTOS DE MÁQUINAS**. 2015. 32p. Disponível em: <<http://norbertocefetsc.pro.br/elm/>>. Acesso em 05 de nov. de 2017.

PEREIRA, J. T. V. **APOSTILA DE TERMODINAMICA I**. SD. 313 p. Disponível em <<http://www.femunicamp.br/~em313/paginas/textos/apostila2.htm>> Acesso 16 de set. de 2017.

POLÍCIA FEDERAL. **CARTILHA DE ARMAMENTO E TIRO**. Disponível em: <<http://www.pf.gov.br/servicos-pf/armas/cartilha-de-armamento-e-tiro.pdf/view>>. Acesso em: 25 de set. de 2017.

RABELLO, Eraldo. **BALÍSTICA FORENSE**. 4. ed. Porto Alegre: Sagra-DC Luzzatto, 1995.

SANTOS JUNIOR, A. A. **ELEMENTOS DE MÁQUINAS I**. 2001. 18 p. Disponível em <www.fem.unicamp.br/~lafer/em618/pdf/Tensoes%20e%20Deformacoes%20b.pdf> Acesso em 13 de out. de 2017.

SILVINO JUNIOR, J. B.. Sistemas de Nomenclatura de Calibres de Cartuchos de Armas de Fogo. Belo Horizonte, 2010. Disponível em: <[file:///C:/Users/pc/Downloads/3062-10759-1-PB%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/pc/Downloads/3062-10759-1-PB%20(1).pdf)> Acesso em 28 de set. de 2017.

STEWART, J. **CÁLCULO**. 7. ed.v.1. São Paulo: Pioneira Thomson, 2013. 660 p.

Tiro Defensivo. Disponível em <http://tirodefensivo.xpg.uol.com.br/revolver_taurus_827_cal38.htm> Acesso em 5 nov. 2017.

TOMMASINI, G. M.; SILVA, T. F. da. **DETERMINAÇÃO DA VELOCIDADE DE UM PROJÉTEL DE UMA ESPINGARDA DE PRESSÃO**. SD. 1º Anais de Graduação do IFUSP. Disponível em: < <http://www2.if.usp.br/~eletivos/volume01/p14.pdf>> Acesso em 04 de out. de 2017.

WINTERLE, P. **VETORES E GEOMETRIA ANALÍTICA**. 2. ed. Campinas: Pearson, 2014. 245 p.