

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ

THOMAZ ASSIS NAVARINI

**ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE UM ALVO CERÂMICO UTILIZADO PARA
TIRO DESPORTIVO**

PONTA GROSSA

2022

THOMAZ ASSIS NAVARINI

**ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE UM ALVO CERÂMICO UTILIZADO PARA TIRO
DESPORTIVO**

SPORT SHOOTING CERAMIC TARGET PRODUCTION ANALYSIS

Trabalho de conclusão de curso graduação
apresentada como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Mecânica, da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Orientador: Prof. Dr. Mario José Van Thienen da Silva

**PONTA GROSSA
2022**



[4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/)

Esta licença permite remixe, adaptação e criação a partir do trabalho, para fins não comerciais, desde que sejam atribuídos créditos ao(s) autor(es) e que licenciem as novas criações sob termos idênticos. Conteúdos elaborados por terceiros, citados e referenciados nesta obra não são cobertos pela licença.

THOMAZ ASSISNAVARINI

**ANÁLISE DA PRODUÇÃO DE UM ALVO CERÂMICO UTILIZADO PARA TIRO
DESPORTIVO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação
apresentado como requisito para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Mecânica da Universidade
Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR).

Data de aprovação: 27/ abril/ 2022

Mario José Van Thienen da Silva
Doutorado em Educação Para a Ciência
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Oscar Regis Junior
Doutorado em Engenharia e Ciências dos Materiais
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

Ruimar Rubens De Gouveia
Mestrado em Engenharia Mecânica
Universidade Tecnológica Federal do Paraná

PONTA GROSSA

2022

AGRADECIMENTOS

Provavelmente não será justo e muito menos representará toda a minha gratidão aos envolvidos neste longo e duro processo de graduação, mas deixo aqui meus agradecimentos a todos.

Especialmente aos familiares, amigos e professores que compartilharam esse sonho desde o início, ajudando conforme o alcance de cada um, e ao final contribuindo para o desfecho de sucesso.

Gostaria também de agradecer o meu professor orientador Dr. Mario José Van Thienen da Silva e minha namorada, graduanda em engenharia mecânica Nalígia Gasparello pelo auxílio e amizade muito bem empregados e de grande valia para a conclusão deste trabalho.

E especialmente a Leonel Navarini e Luce-Lene Freitas de Assis. Um grande abraço a todos, e mais uma vez muito obrigado!

RESUMO

Este trabalho pretende abordar a fabricação de alvos utilizados para algumas modalidades de tiro desportivo, a fim de conceber uma possibilidade de produção nacional. Portanto é proposto analisar a possibilidade de utilização de um equipamento antigo para produzir alvos. O estudo foi feito a partir de uma matriz antiga, que era utilizada para a fabricação de alvos similares. Através de sua restauração e adaptação para a produção dos alvos. Os alvos foram analisados para verificar se suas características atendem às exigências dimensionais das competições, tais como altura, diâmetro e massa. A partir de uma avaliação baseada em princípios metrológicos, verificou-se que os resultados estavam próximos do desejado. Portanto foi constatado a possibilidade de utilização da matriz, apesar dos ajustes necessários para a adequação dimensional, além das possibilidades de melhorias descobertas durante o processo, que irão facilitar e aprimorar o processo de fabricação dos alvos.

Palavras-chave: Tiro desportivo. Matriz. Fabricação. Alvo cerâmico. Princípios metrológicos.

ABSTRACT

This work proposes to take a better look onto some of the shooting modalities target fabrication process in order to concept a national production. Therefore, is intended to analyze an old making targets equipment usage possibilities. The study was made from an old plate production matrix that was used to make similar targets. Through its restoration and improvement for the targets production. The targets were later analyzed to verify if their characteristics meet the dimensional requirements of the competitions, as high, diameter and mass. The results taken from a metrological concepts analyses were almost the standard. Therefore, the possibility of using the matrix was confirmed despite the necessity of adjustments for dimensional adequacy. In addition to the possibilities of betterments discovered during the process that will improve and make easier the target fabrication process.

Keywords: Sportive shooting. Target. Fabrication. Matrix. Metrological concepts.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1-ILUSTRAÇÃO DOS ALVOS CERÂMICOS	14
FIGURA 2- PISTA DE TIRO	14
FIGURA 3 - SUPORTE PARA FURADEIRA	29
FIGURA 4 - DETALHE DA PARTE REMOVIDA	30

LISTA DE GRÁFICOS

GRÁFICO 1 - DIÂMETRO.....	42
GRÁFICO 2 – ALTURA.....	43
GRÁFICO 3 - MASSA.....	43

LISTA DETABELAS

TABELA 1 – CARACTERÍSTICAS DOS INSTRUMENTOS	39
TABELA 2 – LEITURAS DE DIÂMETRO, ALTURA E MASSA DOS ALVOS	41

LISTA DE FOTOGRAFIAS

FOTOGRAFIA 1 – ALVO DE TIRO	18
FOTOGRAFIA 2 - SUPORTE DE FURADEIRA MODIFICADO COM MATRIZ	31
FOTOGRAFIA 3 – SISTEMA DE REFRIGERAÇÃO	32
FOTOGRAFIA 4 – VISTA GERA DA EXTRUSORA	33
FOTOGRAFIA 5 – DESTRAVAMENTO DA EXTRUSORA.....	34
FOTOGRAFIA 6 – ACOPLAMENTO MOTOR-EXTRUSORA.....	35
FOTOGRAFIA 7 - CIRCUITO DE CONTROLE DE VELOCIDADE.....	35
FOTOGRAFIA 8 - CAIXA DE CONTROLE SENDO ADAPTADA.....	37
FOTOGRAFIA 9 – SISTEMA COMPLETO.....	37
FOTOGRAFIA 10 – PAQUÍMETRO E BALANÇA	39
FOTOGRAFIA 11 – MÉTODO DE MEDIÇÃO DA ALTURA	40
FOTOGRAFIA 12 – MÉTODO DE MEDIÇÃO DO DIÂMETRO	40
FOTOGRAFIA 13 – MÉTODO DE MEDIÇÃO DA MASSA	41

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E ACRÔNIMOS

Σ	Somatória
°C	Grau Celsius
CaCO ₃	Calcário
Ce	Curva de erro
Crn	Característico de resposta nominal
Crr	Característico de resposta real
CV	Cavalo-Vapor
DEs	Dispersão do erro sistemático
DSM	Dispersão do sistema de medição
Ea	Erro aleatório
Eg	Erro grosseiro
Es	Erro sistemático
FN	Faixa nominal
FO	Faixa de operação
FT	Faixa de tolerância
g	Gramas
i	Índice de qualquer valor
ID	Incremento digital
IE	Incremento de escala
IEs	Incerteza do erro sistemático
IR	Incerteza do resultado
ISM	Incerteza do sistema de medição
L	Leitura
M	Medida
MM	Média das medidas
Mm	Milímetros
n	Índice do último valor
n	Número de medições ou leituras
R	Resolução
Rb	Resultado base

RM	Resultado de medição
s	Desvio padrão
SI	Sistema internacional
t	Coeficiente de Student
TCC	Trabalho de conclusão de curso
Trap	Modalidade de tiro desportivo
V	Volts
VVC	Valor verdadeiro convencional
W	Watts
x_i	Leitura
\bar{x}	Média das leituras
Zn	Zinco

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	OBJETIVOS	16
2.1	Objetivo geral	16
2.2	Objetivos específicos	16
3	METODOLOGIA DA PESQUISA	17
4	MOTIVAÇÃO.....	18
5	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	19
5.1	Metrologia	19
5.1.1	Medir.....	19
5.1.2	Método de medição	20
5.1.3	Parâmetros característicos de sistemas de medição	20
5.1.4	Incerteza do sistema de medição	22
5.1.5	Erros de medição	22
5.1.6	Minimização do erro de medição	23
5.1.7	Erro de medição x tolerância	24
5.1.8	Cálculo do resultado de medição (RM)	24
5.1.9	Grandeza variável x grandeza invariável.....	25
5.1.10	Recomendações.....	26
5.2	Especificações técnicas dos pratos	27
6	DESENVOLVIMENTO	28
6.1	Prensa	28
6.1.1	Restauração.....	28
6.1.2	Aprimoramentos.....	28
6.2	Extrusora	32
6.2.1	Restauração.....	33
6.2.2	Aprimoramentos.....	34
6.3	O processo	38
6.4	Método de medição	38
7	RESULTADOS E DISCUSSÕES	44
7.1	Matriz.....	44
7.2	Extrusora	44
7.3	Medição.....	45
8	CONCLUSÕES	48
9	REFERÊNCIAS	49

1 INTRODUÇÃO

Uma paixão de muitos homens e mulheres espalhados pelo mundo afora são as armas. E a prática utilizando estas ferramentas é o tiro esportivo.

Existem várias modalidades de tiro esportivo. Existem as específicas para armas curtas, para armas longas, de precisão, de agilidade, estático e em movimento, entre outros. Assim existem vários tipos de alvos para tais práticas, neste trabalho será tratado dos alvos cerâmicos, figura 1.

Figura 1-Illustração dos alvos cerâmicos



Fonte: Internet (<https://pt.dreamstime.com/photos-images/alvos-da-argila.html>)

Assim a modalidade em questão, se resume no arremesso do alvo cerâmico de 5 posições (pedanas) distintas, dispostas em forma de meia lua, de onde o atirador efetua 5 disparos em cada posição com o objetivo de acertar o maior número possível de alvos. Como pode ser observado na figura 2, onde a esquerda temos a máquina de lançamento dos alvos, posicionada um pouco abaixo do nível do solo, que irá fazer um disparo, em direção aleatória a cada comando de voz. E a direita temos o estande de tiro, com as 5 posições demarcadas no chão por quadrados dispostos em forma de semicírculo.

Figura 2- Pista de tiro



Fonte: Internet (clubes I.P.S.C. Carcarás)

Os alvos são arremessados por equipamento mecânico (em direções aleatórias) acionado por comando de som.

Estes pratos utilizados hoje em dia pelos clubes, normalmente são importados (figura 1).

Desta forma, visualizando uma oportunidade de mercado, proponho verificar a possibilidade de desenvolver uma matriz para a fabricação desses alvos, baseando-se em uma antiga.

2 OBJETIVOS

Este trabalho tem os objetivos geral e específicos descritos a seguir.

2.1 Objetivo geral

Analisar a funcionalidade de uma matriz antiga de produzir alvos cerâmicos.

2.2 Objetivos específicos

Analisar as dimensões dos alvos produzidos. Analisar a qualidade superficial dos alvos produzidos.

Analisar a matriz baseando-se nos defeitos apresentados.

Propor possíveis melhorias para sanar os problemas encontrados.

3 METODOLOGIA DA PESQUISA

Para a realização deste trabalho foi feita uma revisão bibliográfica a respeito das atuais formas de aquisição de pratos e também da sua destinação final a fim de garantir a existência de uma oportunidade de mercado que possa ser atendida através da produção nacional com o apelo ecológico.

Essa pesquisa pode ser considerada de natureza aplicada com objetivos exploratórios, do ponto de vista científico, visto que se pretende aplicar seus resultados. Em relação a abordagem, trata-se de uma pesquisa quantitativa. No que se refere ao método, será um teste em dimensões reais.

Desta forma, haja vista a quantidade de praticantes do esporte e de clubes de tiro, vê-se uma oportunidade de supri-los para o esporte em ambiente controlado onde os dejetos são recolhidos ou até mesmo em suas propriedades onde os dejetos possam ser absorvidos pelo solo ou incorporados a ele por serem provenientes de materiais inofensivos e que já são utilizados na agricultura.

4 MOTIVAÇÃO

Atualmente os alvos para tiro esportivo são fabricados de uma mistura de piche e calcário. Desta forma eles não degradam por conta do piche, gerando montanhas de dejetos nos clubes de tiro ou até mesmo nas propriedades dos atiradores hobbistas. A prática de tiro em locais ermos não é proibida segundo a legislação brasileira (JUS, 2020).

Neste sentido após pesquisa descobriu-se uma mistura a base de para a fabricação dos alvos (fotografia 1), que permite a degradação dos alvos evitando o acúmulo de resíduos, além de possibilitar a reutilização dos cacos.

Fotografia 1 – Alvo de tiro



Fonte: Autoria própria (2022)

Adicionalmente a utilização dessa mistura permite um fácil manuseio devido às suas propriedades físicas, como por exemplo baixo ponto de fusão. Desta forma dispensando fontes de calor de alta potência, grandes pressões para conformação do material fundido, já que ele possui uma boa viscosidade.

Visto a importância do esporte e que seu público alvo normalmente é de alta renda, percebe-se um mercado promissor que não sofre muitas variações de consumo, durante o ano ou por conta de variações de mercado.

5 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

5.1 Metrologia

A metrologia é uma ciência que está presente em quase todas as áreas do conhecimento humano, “abrange todos os aspectos teóricos e práticos relativos às medições, qualquer que seja a incerteza, em quaisquer campos da ciência ou da tecnologia” (INMETRO, 2000, p. 23). Estudando as relações entre os aspectos e incertezas de medições, das grandezas existentes. Tratando e analisando os dados colhidos, através de instrumentos, em processo de medição.

Nos dias de hoje, a metrologia “tem como principal objetivo garantir que se medem valores de determinadas grandezas que são reprodutíveis e que são semelhantes internacionalmente” (Sousa, 2010, p. 4), sendo, para tal, necessário definir unidades de medida, criar padrões e, ainda, comparar as ferramentas de medição com os padrões criados.

Na indústria, os produtos provenientes da fabricação são verificados para a garantia de que estes estejam de acordo com o projeto e/ou suas especificações, e uma forma de fazê-lo é através do controle dimensional. “Pela definição, controle dimensional é o método para eficientemente verificar as características dimensionais de peças, subconjuntos ou equipamentos completos, tendo como principal objetivo garantir a montagem e o funcionamento das peças” (Bottossi, 2016, p. 42).

5.1.1 Medir

O processo de medição deve ser cuidadoso, e não se resume apenas na leitura do valor no instrumento de medição, pois sempre existem erros. Desta forma o valor observado no indicador, que é uma parte de um sistema de medição, não é necessariamente o valor verdadeiro da grandeza.

Neste sentido, Guedelha e Lourenço (1999, p.9) definem a metrologia como “a ciência e a arte de fazer medições, e compreende tudo o que respeita ao processo como é feita, abrangendo os instrumentos utilizados, o local e o próprio manipulador envolvidos na medição.”

Desta forma, podemos separar a medição em alguns aspectos, que podem ser considerados, a título de compreensão, de forma separada:

- Grandeza a medir

- Unidade de medição
- Instrumento de medição
- Método de medição
- Resultado de medição

Sobre as grandezas a medir, desde que se tenha clareza, pode ser qualquer uma, não se limitando apenas a comprimento por exemplo. Como será observado neste trabalho serão trabalhadas as grandezas de altura, diâmetro e massa.

As unidades de medição, devem sempre acompanhar a grandeza. Usa-se sempre que possível o sistema internacional de unidades (SI), para normalização e facilitar a comunicação. Além disso deve-se manter fidelidade a unidade durante o processo de medição.

Os instrumentos de medição, alguns já bastante conhecidos como os paquímetros, manômetros e termopares, são os equipamentos destinados à medição de uma grandeza.

O método, inerente à maneira em que a medição será realizada, é necessário para especificar o procedimento utilizado e informações relevantes para a determinação do resultado de medição, garantindo sua qualidade.

O resultado da medição, é o “uma expressão completa do resultado de uma medição inclui informações sobre a incerteza de medição” (INMETRO, 2000, p. 27).

5.1.2 Método de medição

O método de medição adotado foi o da indicação, onde o instrumento apresenta em seu indicador o valor já definido.

5.1.3 Parâmetros característicos de sistemas de medição

Alguns dos parâmetros característicos de sistemas de medição que devem conhecidos pelo responsável das medições.

A faixa nominal (FN), é apresentada pelo instrumento em sua escala, sendo todos os valores possíveis de serem apresentados durante o curso total do instrumento.

Já a faixa de operação (FO), é aquela onde o sistema de medição responde de maneira aceitável. Podendo ser menor que a faixa nominal. Desta forma a grandeza a ser medida deve ser menor que a faixa de operação.

O incremento de escala (IE), representa a menor distância entre dois traços consecutivos, na escala do nônio, de um instrumento analógico. No paquímetro utilizado por exemplo é de 0,02mm.

O incremento digital (ID), é a menor variação que sistema de medição digital apresenta, correspondendo a variação do último dígito apresentado no indicador digital. Deve-se tomar cuidado de observar que nem sempre a variação ocorre em uma unidade, podendo ser uma variação dada em 1, 2 ou 5 unidades.

A resolução (R), é a “menor diferença entre indicações de um dispositivo mostrador que pode ser significativamente percebida” (INMETRO, 2000, p. 52). Em um indicador analógico, existe a possibilidade de se subdividir o incremento de escala em 2, 5 e até 10 partes. Isto é aceitável, e inclusive, a não utilização deste recurso implicaria na subutilização do sistema de medição. No sistema digital, a resolução corresponde ao incremento digital.

Característico de resposta nominal (Crn), é a curva de resposta do equipamento em relação a um sinal recebido e pode ser fornecido pelo fabricante ou seguir uma equação matemática normalmente linear.

Característico de resposta real (Crr), é a curva que representa a resposta real do sistema, obtida através da utilização dos padrões de medida e normalmente apresenta desvios.

Curva de erro (CE), a curva de erro representa os erros do sistema ao longo da faixa de operação. Também pode ser considerada uma ampliação da diferença entre a curva de resposta nominal e a curva de resposta real do sistema de medição.

A dispersão do sistema de medição (DSM), é a faixa em torno do resultado base onde existe grande possibilidade do valor se situar, e não é causada apenas pelo instrumento.

A correção é o “valor adicionado algebricamente ao resultado não corrigido de uma medição para compensar um erro” (INMETRO, 2000, p. 33).

A incerteza do sistema de medição (ISM), é um valor fixo para toda a faixa de operação do instrumento.

A sensibilidade de um instrumento é a quantidade de variação de resposta que o instrumento de medição apresenta em função de uma determinada excitação.

A flutuação de sensibilidade quer dizer que o instrumento é mais sensível em determinadas regiões da faixa de operação.

O erro de linearidade pode aparecer ou se agravar com o tempo de uso do instrumento, podendo estar presente em algum ponto ou nos extremos da faixa de operação do instrumento.

A flutuação do zero, é quando o instrumento apresenta leitura mesmo sem excitação, e pode ser considerado um erro sistemático causado por folga ou desgaste. A histerese é a presença de diferentes leituras oriundas da mesma medida.

Ocasionada por folgas ou atritos, significa que o instrumento apresenta medidas diferentes “abrindo” e “fechando” de uma mesma grandeza.

A retroação é quando o instrumento de medição interfere "mascarando" o resultado da medição. Muito comum na medição de temperatura de corpos pequenos.

5.1.4 Incerteza do sistema de medição

A incerteza do sistema de medição (ISM), é um fornecido pelo fabricante ou retirado da curva de erro do instrumento, e é um valor único para toda a faixa

Infelizmente, para a maior parte das situações cotidianas, não se conhece a incerteza do sistema de medição (ISM), erro sistemático (Es) e dispersão do sistema de medição (DSM). Este tipo de situação deve ser evitado, mas caso não seja possível a solução é a estimativa da incerteza do sistema de medição através do incremento de escala, como pode ser visto na equação 1

$$ISM = \pm 1 \cdot IE \text{ a } 2 \cdot IE \quad \text{Equação 1}$$

5.1.5 Erros de medição

É responsabilidade da metrologia quantificar os erros para se ter certa certeza sobre os resultados. Portanto, os erros são grosseiros, sistemático e aleatório.

O erro grosseiro, pode ser evitado através de um processo de medição bem executado, normalmente humano e difícil de ser quantificado. Pode ocorrer por meio de uma leitura errada, posicionamento errôneo, paralaxe, etc. E depois de ocorrido, com frequência é facilmente observado por conta da sua discrepância, desta forma sendo feito ou desprezado o valor.

O erro sistemático normalmente, mas não necessariamente, é um erro do sistema de medição. Após determinado pode ser descontado, por se tratar de um erro que tende a se repetir, e assim ser eliminado, como pode ser visto na equação 2.

$$Es = MM - VVC \quad \text{Equação 2}$$

Onde:

Es - Erro sistemático

MM - Média das medidas

VVC - Valor verdadeiro convencional

O valor verdadeiro convencional é a diferença da média das medidas, de um bloco padrão, e o seu valor real. Essa diferença representa o erro médio, e deve ser descontado quando for calculado o resultado da medição.

O erro aleatório não se enquadra em nenhuma das categorias anteriores, possuindo inúmeras fontes, como a variação normal do instrumento, ambiente, forma de medição e grandeza que se está medindo. O erro aleatório tem definição matemática como pode ser visto na equação 3:

$$Ea = M - MM \quad \text{Equação 3}$$

Onde:

Ea - Erro aleatório

M – Medida ou leitura.

Através de um tratamento estatístico das medições, pode-se achar a faixa provável de localização do erro aleatório, denominada incerteza do resultado de medição. Note que é um valor para cada medição, como pode ser observado na equação 4.

$$RM = RB \pm IR \quad \text{Equação 4}$$

Onde:

RM - Resultado da medição RB - Resultado base

IR - Incerteza do resultado

Uma das formas mais comuns de se definir o resultado base é a seguinte:

$$RB = MM - ES \quad \text{Equação 5}$$

5.1.6 Minimização do erro de medição

Portanto, para minimizar o erro existente em um processo de medição, lista-se alguns cuidados a se tomar no planejamento deste processo:

- Seleção correta do sistema de medição
- Faixa de operação
- Natureza da grandeza a medir
- Retroação

- Grandeza estática ou dinâmica
- Forma de operação e indicação do instrumento
- Método de medição
- Peso, tamanho e energia consumida
- Adequação da incerteza de medição do sistema de medição
- Calibração do sistema de medição
- Condições de operação do sistema de medição
- Temperatura
- Campos elétricos e/ou magnéticos
- Vibrações
- Aferição “in loco”.

5.1.7 Erro de medição x tolerância

Muitas vezes, “os resultados de medições devem ser comparados com especificações de produtos” (LIRA, 2002). Portanto quando a grandeza é acompanhada de uma tolerância, deve se atentar para que o resultado de medição e sua faixa de incerteza se contenham dentro da faixa de tolerância para que seja aceitável perante o projeto. Desta forma, para adequar o sistema de medição à tolerância requerida, deve-se seguir a relação apresentada pela equação 6.

$$|IR| \leq \frac{FT}{10} \text{ ou } ISM \leq \frac{FT}{10} \quad \text{equação 6}$$

Eventualmente, pode ser um quinto da incerteza do resultado ou do sistema de medição.

5.1.8 Cálculo do resultado de medição (RM)

O resultado de medição deve ser apresentado conforme a equação 7.

$$RM = RB \pm IR \quad \text{Equação 7}$$

Onde:

RM = resultado de medição RB = resultado base

IR = incerteza de resultado

O resultado base é sempre dado segundo a equação 8.

$$RB = MM - Es \quad \text{Equação 8}$$

Onde:

MM = média das medidas ou média das leituras

Es = Erro sistemático no ponto considerado

Se o erro sistemático não for conhecido, obviamente que a correção não será realizada.

O cálculo da incerteza de resultado segue a norma brasileira e pode ser dado pela incerteza tipo A, incerteza tipo B e incerteza tipo A expandida. Neste trabalho será tratado apenas da incerteza tipo A, que é a utilizada na grande maioria das aplicações práticas. A incerteza tipo A é dada pela equação 9.

$$IR = \frac{s}{\sqrt{n}} \quad \text{Equação 9}$$

Onde:

s = desvio padrão das leituras realizadas

n = número de leituras realizadas

Segundo (INMETRO, 2000, p. 27), “Para uma série de n medições de um mesmo mensurando, a grandeza s, que caracteriza a dispersão dos resultados”, é dada pela equação 10:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_i^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad \text{Equação 10}$$

Onde:

s = desvio padrão das leituras realizadas n = número de leituras realizadas

x_i = leitura

\bar{x} = média das leituras

5.1.9 Grandeza variável x grandeza invariável

A princípio, não existem grandezas invariáveis, pois as coisas mudam de massa, de energia, dilatam ou contraem. Mas algumas mudanças podem ser imperceptíveis até mesmo para instrumentos muito sensíveis. Sendo assim existem alguns critérios para definir se a grandeza é variável ou não. São eles:

- Natureza da grandeza
- Condições ambientais
- Sistema de medição utilizado

Quanto à natureza da grandeza, se tratando de dimensões de uma peça, que não tem muita variação na forma, podem ser normalmente consideradas invariáveis.

As condições ambientais, como a temperatura, podem alterar as condições físicas, como a dimensão e a densidade, alterando os resultados de medição. Esta é a principal razão pela qual salas de metrologia devem ter seu ambiente controlado.

O sistema de medição, é o “conjunto completo de instrumentos de medição e outros equipamentos acoplados para executar uma medição específica” (INMETRO, 2000, p. 37), e é o responsável por determinar se uma grandeza é variável ou não, caso ele seja capaz de captar a variação da grandeza. Então consideramos a grandeza variável, caso contrário invariável.

Deve-se tomar o cuidado para não confundir as dispersões apresentadas pelo sistema de medição com a variabilidade da grandeza. Pois certa variação do sistema pode ser causada pela forma de medir e variações no ambiente.

Portanto é bom comparar a variação da grandeza com os valores de dispersão do sistema de medição para o ponto considerado. Caso as variações estiverem no mesmo patamar da dispersão podemos considerar a grandeza como invariável, caso contrário a grandeza será variável.

5.1.10 Recomendações

Existem algumas recomendações que devem ser respeitadas neste processo de determinação do resultado de medição de uma grandeza.

No caso de uma leitura a incerteza do resultado deve ser maior ou igual à metade da resolução do sistema de medição, conforme a equação 11.

$$IR \geq \frac{R}{2} \quad \text{Equação 11}$$

Se o erro sistemático for descontado do resultado base, a incerteza do resultado deve ser maior que a dispersão do erro sistemático.

$$IR > Des \quad \text{Equação 12}$$

Caso a dispersão do erro sistemático (DEs) não for conhecida, estimá-la por:

Para a maioria das situações cotidianas, não se conhece a incerteza do sistema de medição (ISM), erro sistemático (Es) e dispersão do sistema de medição (DSM). Deve-se evitar este tipo de situação, mas para contorna-la pode-se estimar a incerteza do sistema de medição através do incremento de escala, como pode ser visto nas equações 13 e 14.

Para instrumentos analógicos temos:

$$ISM = \pm 1 \cdot IE \text{ a } 2 \cdot IE \quad \text{Equação 13}$$

Para instrumentos digitais:

$$ISM = \pm 2 \cdot ID \text{ a } 5 \cdot ID$$

Equação 14

5.2 Especificações técnicas dos pratos

Para garantir a aceitação dos alvos produzidos, precisa-se que eles estejam dentro dos padrões aceitáveis para a prática do tiro, sem dificultar ou facilitar. Desta forma segundo regulamento de competição da modalidade de tiro “Trap 3” (CONSELHO MUNDIAL DAS FEDERAÇÕES DESPORTIVAS DE CAÇA E TIRO, 2022, p. 4) os pratos deverão ter um diâmetro de 110 mm (+ ou – 2 mm), uma alturade 25 a 28 mm e o peso de 105 gramas (+ ou – 5 gramas).

6 DESENVOLVIMENTO

Desta forma para garantir o sucesso do projeto, haja visto que foi possível realizar tais experimentos sem grande alocação de recursos, foi produzido um lote piloto que represente a realidade possibilitando o teste dos componentes para verificar sua adequação e possíveis melhorias antes de partir-se para o projeto definitivo e a posterior fabricação.

Assim sendo foram feitos alguns alvos para verificar a sua aplicabilidade, suas dimensões, seu peso, a dificuldades do processo, e posteriormente teste em campo para análise. Esta, feita por praticantes durante uma seção de tiro.

6.1 Prensa

A prensa é constituída pelo conjunto macho/fêmea acoplados em um suporte de furadeira de bancada, este equipamento possibilitará a conformação da mistura.

6.1.1 Restauração

Portanto foi utilizada uma máquina da década de 50 que era usada na produção dos mesmos alvos, mas com a argila como matéria prima. A máquina, o macho e a matriz, todos fabricados em ferro fundido, mas sendo a matriz sem pintura. Verificado a possibilidade de utilizar o conjunto, partiu-se para um trabalho de restauração, para melhorar as condições de uso da matriz. Sendo assim foi feito um jateamento superficial para retirada de toda crosta de ferrugem e sujeira.

A partir de uma primeira fase de produção para testes, verificou-se que os pratos possuíam forma e medidas aceitáveis. Mas passíveis de melhoria por conta das más condições da máquina, que possuía muitos problemas de deterioração, como folgas, ferrugem e componentes emperrados. Desta forma optou-se por dar a continuidade dos testes apenas com a matriz.

6.1.2 Aprimoramentos

Para melhorar a qualidade superficial do conjunto optou-se por realizar uma galvanização, para diminuir a oxidação e a porosidade superficial apresentada pelo conjunto. Os resultados foram satisfatórios.

Mas ainda persistia o problema de fixação, paralelismo e perpendicularidade de eixos, que foi o motivo de abandonar o corpo da máquina. Sendo assim para contornar essa situação, de maneira simples e sem ser dispendioso, optou-se por utilizar um suporte de furadeira de bancada, como pode ser visto na figura 3.

Figura 3 - Suporte para furadeira



Fonte – Anhanguera Ferramentas

O suporte por si só, da forma que foi comprado, não servia. Então foram feitas algumas modificações a fim de que alguns movimentos necessários fossem possibilitados. Sendo assim, foi retirado a alavanca, a mola e o limitador de movimento horizontal.

A mola e a alavanca foram retiradas para aumentar a sensibilidade de força aplicada e para facilitar a movimentação rápida do macho, já que logo após depositado o material inicia a solidificação. Além do que o suporte não foi parafusado e qualquer excesso de força ele tenderia a tombar. Já o limitador de movimento horizontal figura 4, foi retirado para permitir a translação lateral do macho sobre a matriz, permitindo o acesso para a deposição do material fundido e a posterior retirada do mesmo solidificado. Sendo assim o suporte, após a modificações requeridas, pode ser observado na fotografia 2 (detalhe C) abaixo.

Figura 4 - Detalhe da parte removida



Fonte – Anhanguera Ferramentas

Em seguida foram feitos mais alguns alvos de teste, para verificar a possível melhora do sistema. Foi observado que mesmo o processo de fabricação sendo lento e alcançando temperaturas baixas era necessário um sistema de refrigeração.

Apesar da necessidade do sistema de refrigeração os alvos obtidos foram satisfatórios e justificaram a continuidade.

Para tornar o sistema de refrigeração possível, mais algumas modificações deveriam ser feitas. Pois a parte inferior das peças eram vedadas pela estrutura da máquina, que já não era viável de se utilizar.

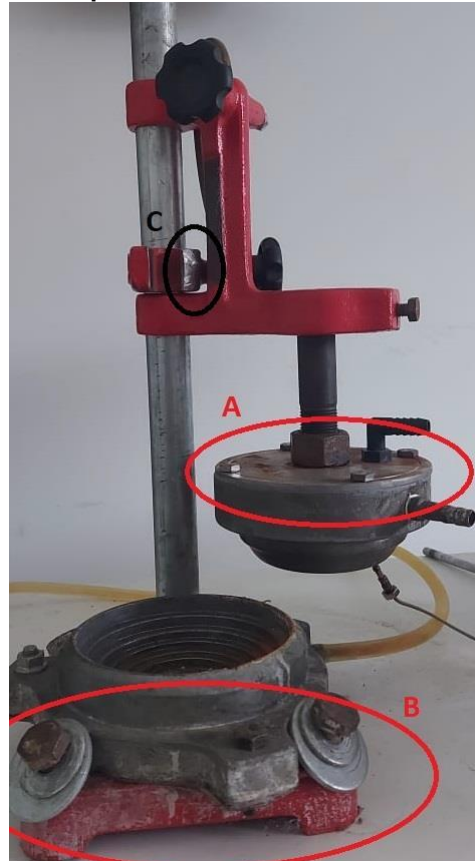
Por conta de a matriz ficar apoiada sobre o suporte da figura fotografia 2 (detalhe B), para baratear o custo, pode ser adaptado uma chapa de metal (reaproveitada) fina, como fechamento da parte inferior da matriz. O fato de esta chapa

ficar pressionada, entre a matriz e o suporte da matriz, foi fundamental na vedação acompanhado de uma camada generosa de silicone para juntas automotivas.

O macho por sua vez, não possuía anteparo para pressionar a chapa de vedação, por isso foi levado em um torneiro mecânico para a fabricação da tampa e a retirada de um parafuso de vedação que estava rompido, permanecendo dentro do furo.

De posse da tampa e do silicone para juntas automotivas a vedação foi realizada, como pode ser visto fotografia 2 (detalhe A). Onde nos detalhes pode-se observar, em A o macho tampado e vedado, em B a fêmea tampada e apoiada sobre o suporte, e em C fixação retirada para permitir melhor movimentação.

Fotografia 2 - Suporte de furadeira modificado com matriz



Fonte: Autoria própria (2022)

Para o transporte da água que serviu de líquido refrigerante, sempre mantendo o custo baixo, foi utilizado mangueira de nível, de construção civil.

A máquina motora responsável pela movimentação da água pelos dutos de transporte e através da matriz, foi uma bomba de limpador de para-brisa, como pode ser visto na fotografia 3 detalhe A.

Esta decisão foi tomada depois de pesquisar algumas bombas que poderiam servir, mas que apresentavam um preço injustificável para um teste. Então depois de uma assessoria em um ferro-velho de um amigo, ganhei três bombas e um reservatório de para-brisa com encaixe para a bomba, como pode ser visto na fotografia 3 detalhe B. Assim foi resolvido o problema do reservatório também.

Para o funcionamento da bomba, que é 12V, foi utilizado uma fonte chaveada (detalhe C) 120W acompanhada de uma chave liga/desliga (detalhe D), como pode ser observado na fotografia 3.

No intuito de manter certa organização, toda a parte de bombeamento de água foi acondicionada dentro de uma caixa de papelão, restando apenas as mangueiras por fora, como pode ser visto na fotografia 3.

Fotografia 3 – Sistema de refrigeração



Fonte: Autoria própria (2022)

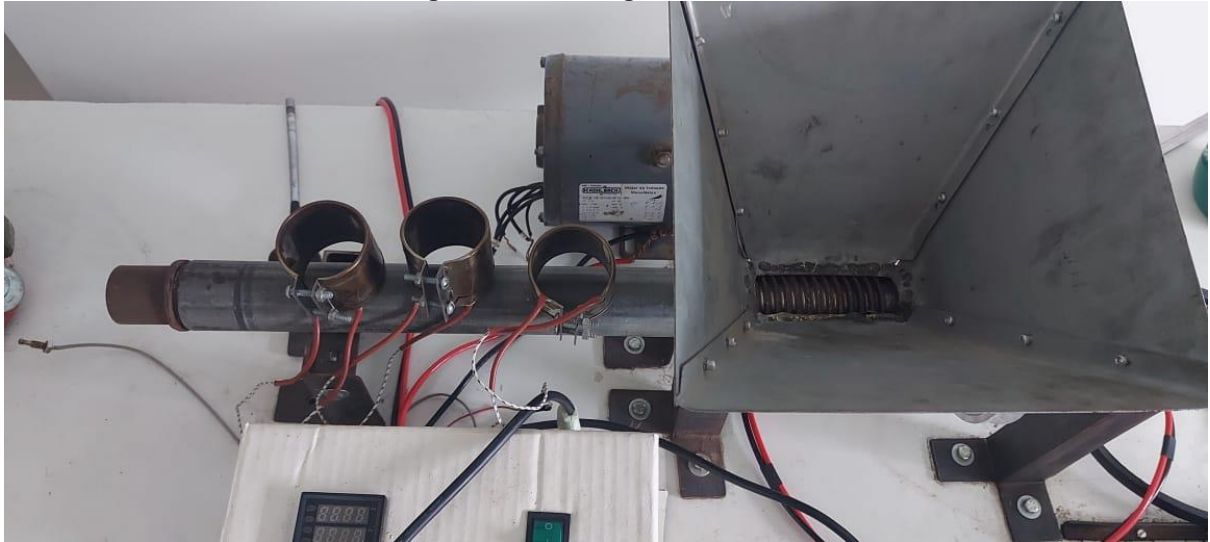
6.2 Extrusora

Para obter a mistura aquecida a 70°C foi utilizado o mecanismo de extrusão, cedido pelo Professor Marcelo de Vasconcelos Carvalho, que foi fabricado na universidade como objeto de estudo de outro TCC. Contudo, o mecanismo estava travado pelo acúmulo de material solidificado em seu interior, proveniente de testes anteriores. Então foi necessária uma limpeza completa.

O mecanismo de extrusão é constituído de um corpo metálico, cilíndrico, soldado a um funil de lata. No interior do tubo metálico encontra-se um corpo helicoidal, comumente conhecido como rosca sem fim, que será o responsável pelo transporte do material dentro do tubo.

Para o aquecimento do tubo foram utilizadas três resistências de coleira, ligadas a um controlador de temperatura digital que recebe as leituras de temperatura de um termostato posicionado no final do tubo, como pode ser observado na fotografia 4.

Fotografia 4 – Vista geral da extrusora



Fonte: Autoria própria (2022)

6.2.1 Restauração

Devido a utilização anterior do mecanismo ele estava travado. Desta forma para sua limpeza foi necessário aquece-lo a uma temperatura elevada, a fim de fundir ou pelo menos “amolecer” o material que estava preso em seu interior. Portanto foi

ajustado para uma temperatura de 150°C, no controlador de temperatura, e esperadoo tempo necessário para o aquecimento do conjunto.

Depois de aquecido, com o auxílio de uma furadeira de alta potência acoplada ao eixo, foi possível o destravamento gradual do conjunto tubo-helicoidal, que por conta da natureza e quantidade de material acumulado estava fortemente travado. Assim ao atingir a temperatura o sistema começou a se movimentar lentamente e sob elevado esforço, fazendo com que o material depositado fosse expelido gradualmente, como pode ser visto na fotografia 5.

Fotografia 5 – Destravamento da extrusora



Fonte: Autoria própria (2022)

Após devidamente limpa, a extrusora passou por uma inspeção visual a fim de verificar o estado geral do conjunto e a possibilidade de utilizá-lo. Desta forma foi verificado um empenamento na parte final do eixo, no ponto de acoplamento, proveniente de um estreitamento dimensional. No tubo foi visto pequenas deformações que geravam contato entre o tubo e o helicoidal, dificultando a rotação. Possivelmente ocasionado pela solda do tubo ao funil.

6.2.2 Aprimoramentos

Visando a utilização de um controlador de velocidade eletrônico algumas modificações foram realizadas.

Desta forma através de mão de obra especializada, foi feito um “enchimento” no eixo, a fim de reforçá-lo e corrigir o empenamento. Adicionalmente foi feito uma chaveta para a fixação de polia, como pode ser visto na fotografia 6.

Fotografia 6 – Acoplamento motor-extrusora



Fonte: Aatoria própria (2022)

Tais modificações foram realizadas para possibilitar o uso de um motor monofásico ligado a um controlador de velocidade eletrônico adaptado a partir de um chuveiro elétrico, como pode ser observado na fotografia 7.

Fotografia 7 - Circuito de controle de velocidade



Fonte: Aatoria própria (2022)

Esta adaptação foi feita a partir de uma placa de controle de temperatura de um chuveiro elétrico eletrônico queimado, onde a resistência havia queimado, mas o circuito de controle ainda estava em bom estado. Com algumas adaptações básicas,

pouco conhecimento e habilidade envolvidos, pode-se obter um controlador de velocidade barato, já que um inversor de frequência, que seria a melhor opção, é de custo elevado.

Ao dizer que o inversor de frequência é a melhor opção, me refiro ao fato de ser uma maneira de regular velocidade sem alterar a potência e sem sobrecarregar o motor, já que este último ao partir requer uma sobre corrente que pode sobrecarregar a fiação e também os seus componentes caso este momento de partida seja estendido por muito tempo a fim de tentar impor uma velocidade baixa no motor.

Para diminuir a poluição visual do projeto e caracterizar mais organização optei por adaptar provisoriamente uma caixa de controle (fotografia 8) onde as ligações e o comprimento excedente dos fios do sistema possam ser acomodados sem causar uma impressão de desordem. Assim foi nela fixado o circuito de controle de temperatura com visor digital que controla as resistências de coleira que são as responsáveis pelo aquecimento controlado do sistema a uma temperatura de 70°C, de forma a economizar energia e garantir a constância do parâmetro temperatura, que é fundamental.

Além do mais esta “caixa de controle” foi adaptada para aumentar a segurança do equipamento, ocultando os contatos elétricos de forma a evitar eventuais toques acidentais que possam causar choques elétricos e curtos. Por isso também foram acoplados a esta caixa o botão de liga e desliga e o controlador de velocidade do motor, que são independentes do sistema de controle de temperatura para evitar eventuais sobrecargas e por motivos de segurança.

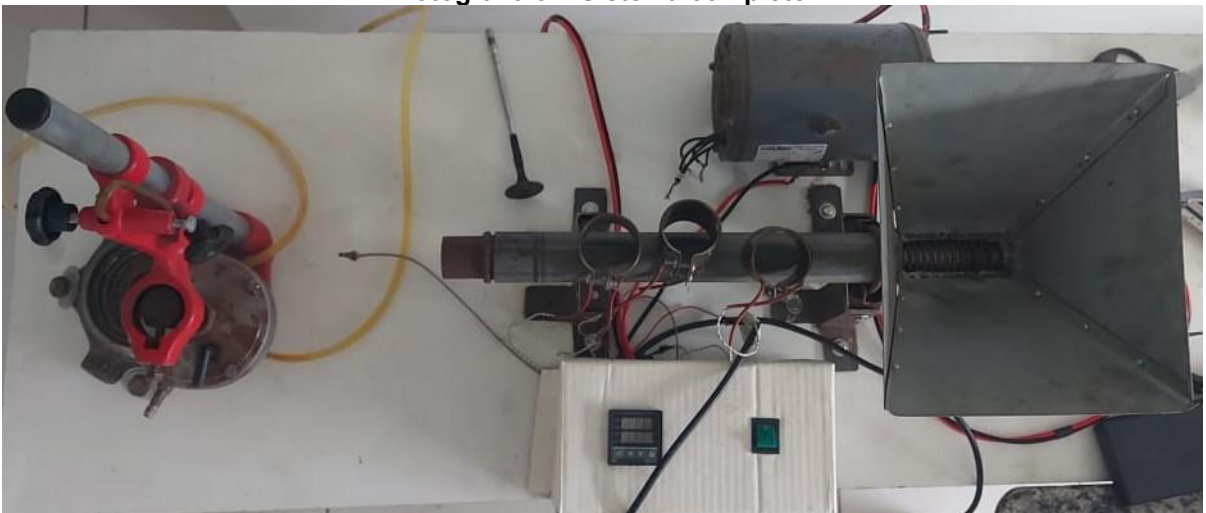
Fotografia 8 - Caixa de controle sendo adaptada



Fonte: Autoria própria (2022)

Sendo assim temos então o sistema de extrusão e conformação reunidos, formando o sistema completo de produção dos alvos de tiro, como pode ser observado na fotografia 9.

Fotografia 9 – Sistema completo



Fonte: Autoria própria (2022)

6.3 O processo

Como será melhor discutido nos resultados, a extrusora não foi utilizada e por isso não será mencionada neste tópico.

Portanto o processo de fabricação dos alvos foi totalmente manual e arcaico, mas permitiu obter resultados satisfatórios e comparáveis a fim de avaliar se o produto atende as necessidades e expectativas do cliente.

Desta forma, depois de posicionados todos os equipamentos na cozinha do meu apartamento, com a ajuda de um amigo, realizamos alguns testes de fabricação para os alvos.

Iniciou-se adicionando a mistura, que é de domínio público na internet, a uma panela para realizar o aquecimento. Sabe-se que a mistura precisa alcançar aproximadamente 70°C, mas como não possuíamos maneiras melhores de controle de temperatura, então optou-se pela utilização de uma técnica culinária que mantém a água o aquecimento entre 90°C e 100°C, dependendo da altitude, conhecida popularmente como banho-maria.

Desta forma, despejou-se na matriz uma caneca de material, que é a quantidade aproximada para a fabricação de um alvo. Em seguida rapidamente fecha-se a o conjunto pressionando a matriz para que o material se solidifique-se no formato desejado. Pois por conta de o alvo possuir uma espessura muito delgada, de alguns milímetros em determinados pontos, a mistura se solidifica muito rápido gerando imperfeições.

Após alguns instantes, quase um minuto, era realizado o processo de retirada do alvo. Primeiramente suspendendo o macho e o trasladando para o lado. Em seguida, com o auxílio de um pino extrator localizado no centro da matriz, o prato era retirado, esta era a tarefa mais difícil, pois era onde na maior parte das vezes o pratoquebrava.

6.4 Método de medição

Para uma boa medição precisa-se de boas práticas de medição, e as informações básicas necessárias para, caso se repitam as medições, chegue-se a um resultado aproximado.

Portanto, conforme visto anteriormente, as dimensões especificadas pelo regulamento são altura, diâmetro externo e massa. Sendo assim, as outras grandezas não foram avaliadas.

As unidades estão restritas a duas, mm (milímetros) para altura e diâmetro e g (gramas) para massa.

Os instrumentos utilizados foram o paquímetro e a balança de precisão culinária, que podem ser vistos na fotografia 10

Fotografia 10 – Paquímetro e balança



Fonte: Autoria própria(2022)

As características dos instrumentos de medição são apresentadas na tabela 1.

Tabela 1 – Características dos instrumentos

	Paquímetro (mm)	Balança (g)
FN	0 – 200	1 – 10000
FO	0 – 150	-
IE e ID	0,02	1
R	0,01	1
ISM	0,03	1,5

Fonte: Autoria própria (2022)

Por se tratarem de instrumentos novos e nunca terem sido usados, acredita-se que não apresentaram flutuação de sensibilidade, erro de linearidade, flutuação do zero, histerese e retroação.

Da mesma forma, nunca foram submetidos a qualquer tipo de calibração, sendo assim, não se sabe os seus valores de dispersão do sistema e erro sistemático, portanto, esta variável foi descartada. Sendo assim as incertezas dos sistemas de medição utilizadas, foram obtidas através das equações 13 e 14 para o paquímetro e a balança respectivamente.

O processo de medição foi realizado de maneira simplificada, tomando medida e transcrevendo em tabela do Excel para os cálculos. Para cada grandeza foram tomadas todas as leituras, em todas as peças, para não haver confusão.

Assim foi feito para as três grandezas a serem avaliadas, em sequência.

Apesar de não possuir controle de ambiente, foi tomado o cuidado para que as peças ficassem ao abrigo do sol, e todas as medições foram tomadas em temperatura semelhante.

Todas as medidas, com seu instrumento de medida respectivo, foram feitas de maneira igual, para garantir uniformidade do processo. Sempre com as duas mãos para garantir mais estabilidade do instrumento de medição, no caso da altura e diâmetro, como pode ser visto nas fotografias 11 e 12.

Fotografia 11 – Método de medição da altura



Fonte: Autoria própria (2022)

Fotografia 12 – Método de medição do diâmetro



Fonte: Autoria própria (2022)

Já para a balança, foi posicionada na mesma mesa, e zerada. Então com cuidado os alvos tiveram sua massa medida, de forma a não movimentar a balança,

para que a posição e a zeragem não fossem alteradas. Desta forma, para não gerar inconsistências que afetassem o resultado, como pode ser visto na fotografia 13.

Fotografia 13 – Método de medição da massa



Fonte: Autoria própria (2022)

As leituras foram realizadas e transcritas para o Excel, onde seguindo as equações descritas anteriormente, desvio padrão equação 10 e incerteza de resultado a 9. Como não possuo o erro sistemático do sistema de medição, essa correção não pode ser feita. Desta forma o resultado de medição passou a ser:

$$RM = MM \pm IR$$

Os resultados podem ser observados na tabela abaixo.

Tabela 2 – Leituras de diâmetro, altura e massa dos alvos

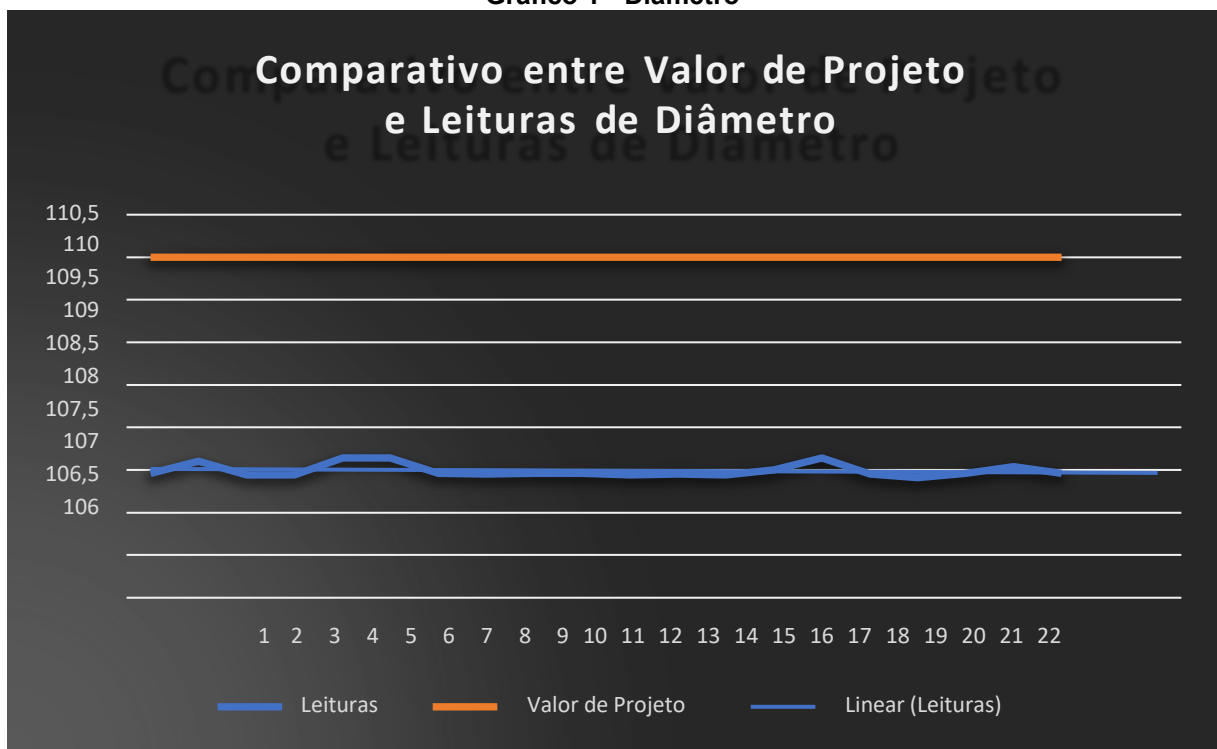
Leitura	Diâmetro	Altura	Massa
1	107,46	27,45	100
2	107,6	27,86	110
3	107,44	26,4	99
4	107,44	29,1	99
5	107,64	25,7	107
6	107,64	28,4	109
7	107,46	28,62	112
8	107,45	26,98	106
9	107,46	27,25	99
10	107,46	28,01	98
11	107,44	27,36	109
12	107,45	26,68	111
13	107,44	27,17	114
14	107,5	26,47	109
15	107,64	27,01	106
16	107,45	27,3	106

17	107,41	27,36	110
18	107,46	28,14	105
19	107,54	27,15	112
20	107,46	26,67	106
S	0,075645	0,81936	4,955327
IR	0,016915	0,183215	1,108045

Fonte: Autoria própria (2022)

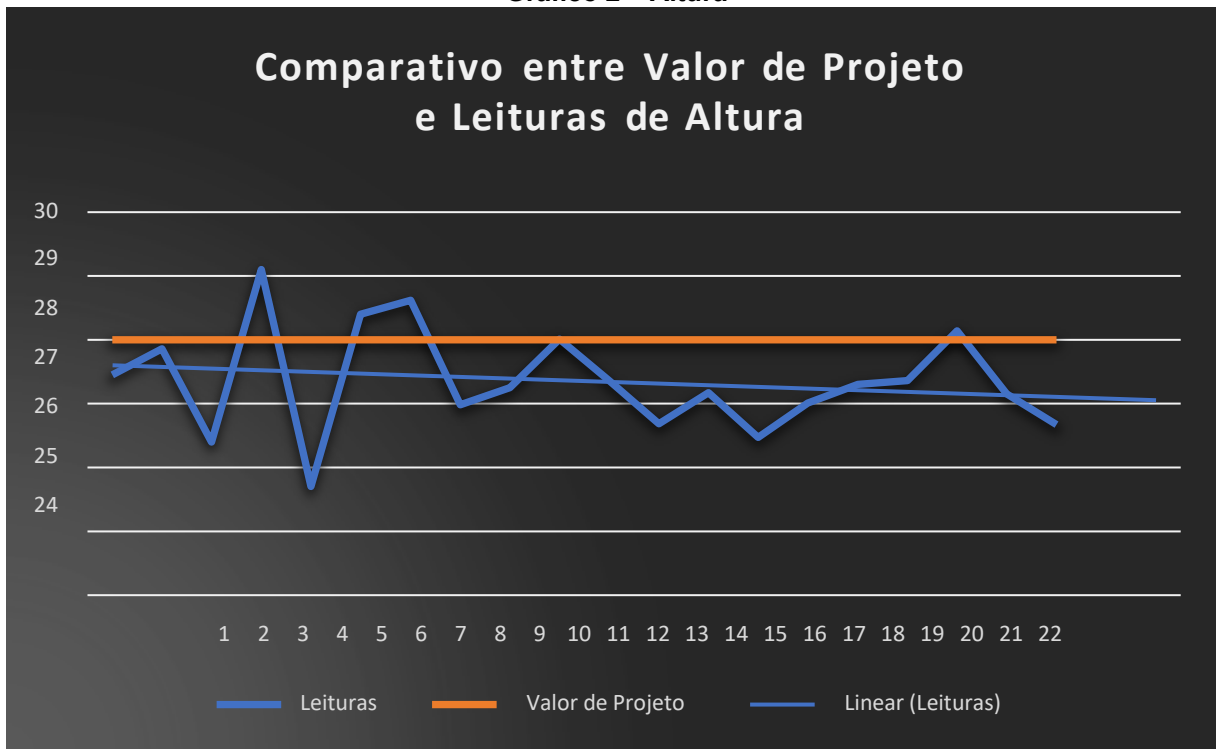
Para facilitar a visualização das diferenças e do quanto as leituras estão divergindo do valor de projeto para cada dimensão, apresenta-se os valores de projeto, leituras e a tendência linear das leituras nos gráficos abaixo

Gráfico 1 - Diâmetro



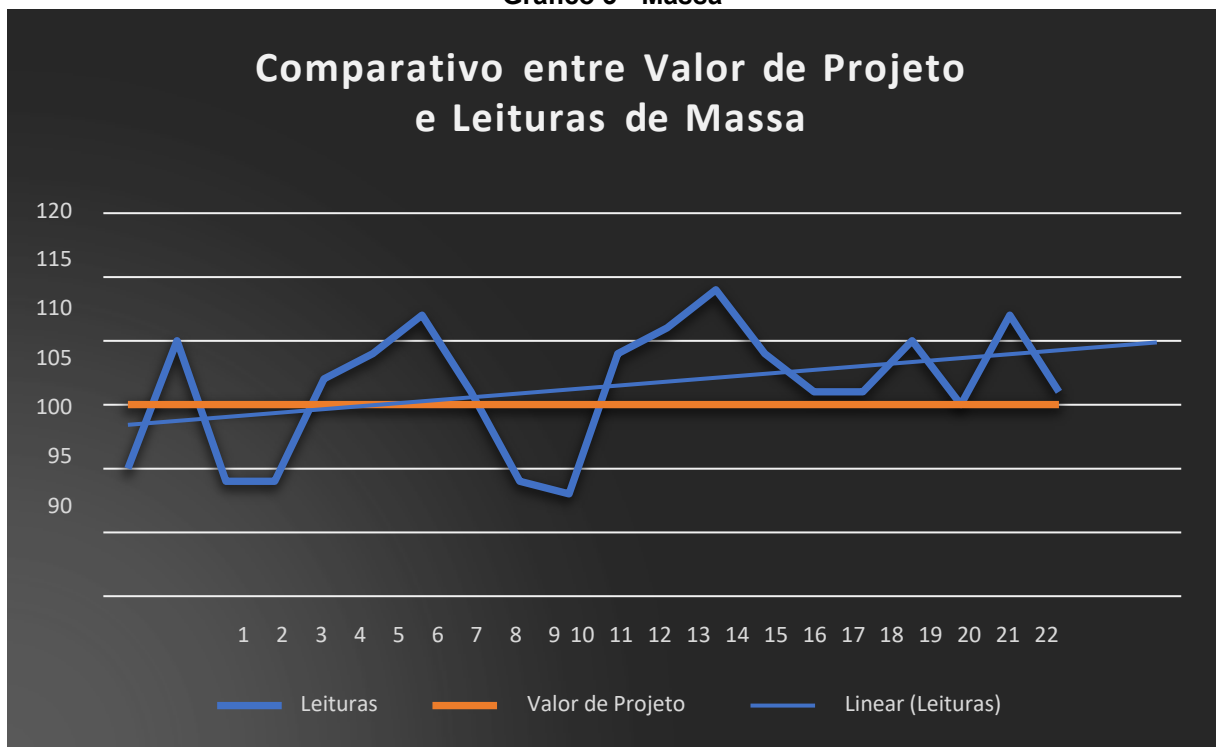
Fonte: Autoria própria (2022)

Gráfico 2 – Altura



Fonte: Autoria própria (2022)

Gráfico 3 - Massa



Fonte: Autoria própria (2022)

7 RESULTADOS E DISCUSSÕES

7.1 Matriz

A máquina antiga, após a fabricação de alguns alvos, verificou-se que ela apresentava demasiados problemas como folgas, oxidação, e era muito pesada. Os alvos produzidos por ela não tinham uniformidade, gerando desbalanceamento e pontos de fragilidade. Sendo assim a maioria deles quebravam no lançamento, além de apresentar voo inadequado. Portanto optou-se pelo aproveitamento da matriz apenas.

Após o tratamento superficial da matriz com zinco, e as alterações do suporte de furadeira para fixa-la, feito outro lote de testes. A qualidade superficial dos alvos melhorou, assim como o formato e a qualidade de suas dimensões, apresentando uniformidade muito superior. Mas o processo de desenformar se tornou um pouco mais difícil, se comparado ao anterior, quando a matriz de aço não apresentava tratamento superficial.

Algumas maneiras de evitar este tipo de problema devem ser consideradas. Como incluir ao projeto ângulos de ataque para diminuir a resistência de contato entre o prato e a matriz causada pelos ângulos retos, o que facilitaria a retirada.

Também uma pesquisa detalhada a respeito de reatividade tanto do aço quanto de tratamentos superficiais para com o calcário, para evitar a interação do ferramental com o produto a ser produzido.

Em seguida foi adicionado o sistema de refrigeração que ajudou na diminuição do tempo de resfriamento e melhorou muito as condições de desenfome. Reduziu a quantidade de quebra e a aderência dos alvos a superfície da matriz.

7.2 Extrusora

A extrusora demonstrou-se uma grande possibilidade de aprimoramento para o sistema devido a sua capacidade de controle, de temperatura e quantidade de material injetado, imprescindíveis para sistemas desta natureza. Mas para tais resultados serem alcançados, existem alguns pontos que necessitam de maior atenção para garantir o seu devido funcionamento.

Percebeu-se que a sua fabricação deve ser cuidadosa e se atentar bastante em detalhes como a solda. Que neste caso foi a causa de pontos de contato entre o

helicóide e o tubo, gerando atrito excessivo e demandando um motor de potência elevada, impedindo testes com motores menores.

Neste caso foi utilizado um motor monofásico convencional de 0,5CV de potência. Apesar do sistema de controle de velocidade, verificou-se empiricamente que o motor não se mantém em velocidades baixas por conta da falta de alimentação necessária para atender a demanda de recursos elétricos durante a partida, desta forma o motor funciona apenas em faixas de alta rotação, estima-se que acima de 70%. Nesta faixa foi possível o seu controle, mas se mostrou inviável e talvez perigoso o seu funcionamento em tais circunstâncias. Portanto inviabilizando a possibilidade de substituir um motor de passo por um motor convencional alimentado por um sistema de controle de velocidade. Pois o motor convencional seria mais difícil de controlar e precisaria de um sistema de polias ou um redutor, se tornando mais caro do que um servo motor, que é o equipamento mais indicado e mais utilizado para este tipo de função.

7.3 Medição

Como pode ser observado nos resultados de medição, na tabela 3 abaixo, onde os resultados são apresentados na forma resultado de medição subtraindo e adicionando a incerteza de medição respectivamente.

Tabela 3 – Resultado de medição ± incerteza de medição

	RM-IR	RM+IR
Diâmetro	107,475	107,509
Altura	27,171	27,537
Massa	105,242	107,458

Fonte: Autoria própria (2022)

Os resultados foram bons, dadas as circunstâncias do processo e as dificuldades de controle, e respeitaram os limites que a metrologia impõe para que possa se confiar e aceitar as grandezas como dentro das características exigidas. Como pode ser observado na tabela 4.

Tabela 4 – Comparação da tolerância com a incerteza de resultado

	$\frac{FT}{10} \geq$	IR
Diâmetro	0,2	0,016915
Altura	0,15	0,183215

Massa	0,5	1,10804475
-------	-----	------------

Fonte: Autoria própria (2022)

Para o diâmetro, os resultados, inclusive possibilitarão a realização de um procedimento para o aprimoramento da superfície, e do escoamento do material dentro da matriz. O que quero dizer que provavelmente será realizado um passe no torno ou em uma retífica, pois o diâmetro está abaixo do mínimo estabelecido pela tolerância.

Desta forma pode ser melhorada a qualidade superficial da matriz, e retirada a camada de zinco proveniente da galvanização, e então faremos novos testes.

Adicionalmente será avaliado a confecção de canais para facilitar a movimentação do material, pois percebe-se certa dificuldade do material preencher todo espaço, por conta de defeitos recorrentes, presentes no lado oposto da deposição do material na matriz, como pode ser visto na fotografia 14. Provavelmente proveniente da viscosidade alta do material que é depositado.

Fotografia 14 – Defeitos dos alvos

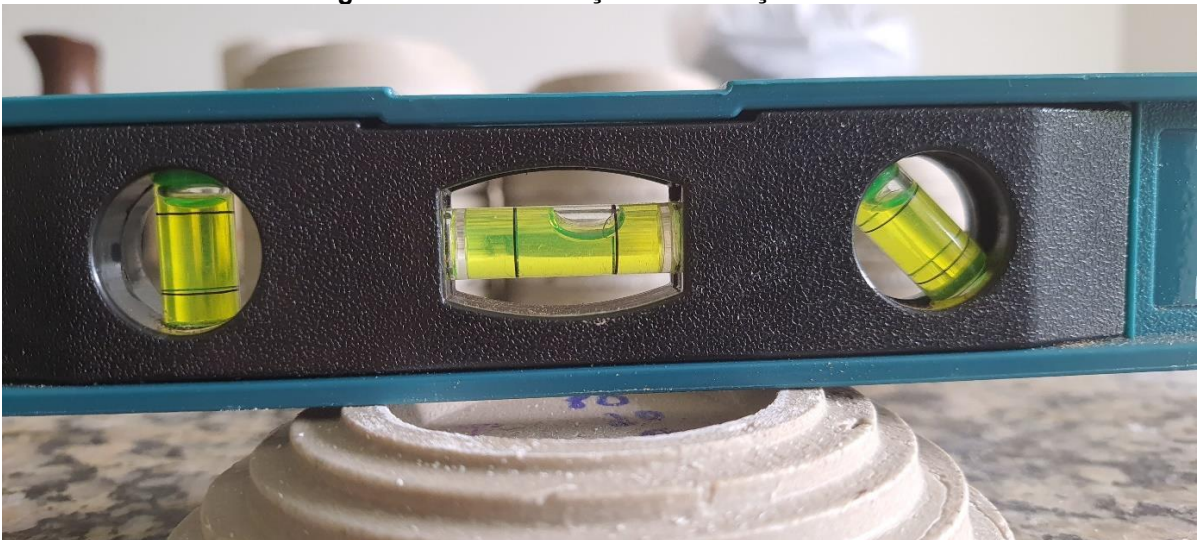


Fonte: Autoria própria (2022)

O resultado para a altura foi aceitável, apesar de uma leitura ter ficado fora do limite, em termos de resultado de medição, no geral, ficou bom. Mas evidenciou um problema do sistema, que deve ser corrigido impreterivelmente.

As variações de altura levantaram a desconfiança de que os pratos poderiam estar tortos, pois as leituras flutuaram bastante e significativamente. Desta forma para confirmar o problema foi utilizado um nível, como pode ser visto na fotografia 15. Primeiramente foi verificado o nível da mesa, e então o paralelismo do prato em relação a mesa, como pode ser visto na fotografia 15.

Fotografia 15 – Constatação da distorção da altura



Fonte: Autoria própria (2022)

Como pode ser visto e comprovado pelas leituras a variação está considerável, portanto, a fixação da matriz será repensada e provavelmente substituída, partindo do suporte de furadeira para algo mais robusto que garanta a perpendicularidade da face do macho (eixo horizontal) em relação ao sistema de fixação (eixo vertical).

Já a massa, em termos de resultados de medição, também foi um bom resultado. Mas observando as leituras, percebe-se algumas variações que extrapolam os limites exigidos, que deveriam ser melhorados, mas por conta das atuais circunstâncias não é possível.

Portanto em relação a massa neste momento não há nada a ser feito, pois este parâmetro só será corrigido posteriormente com um sistema de injeção apropriado, que ainda está em fase de desenvolvimento.

8 CONCLUSÕES

Embora exista o desafio de adaptar e reaproveitar o sistema que fora originalmente pensado para atender a outras demandas, que por mais que se assemelhe ao atual, diferem entre si. Mas mesmo assim, podemos concluir com esse experimento que o modelo adaptado pode ser usado para a fabricação dos alvos cerâmicos (pratos), produzindo satisfatoriamente, e demonstrando sua viabilidade.

Da mesma forma, observei que houveram algumas dificuldades e o sistema todo não pôde ser aproveitado, assim como a extrusora e o sistema de controle de velocidade. Mas mesmo assim produziu alvos com características próximas do desejado, e que por mais que fossem discrepantes, são passíveis de modificação e desta forma aproximar-se do ideal.

Mesmo com resultados de medição tão discrepantes, a matriz atenderá às necessidades atuais e existe a expectativa de que após alguns ajustes os resultados sejam ainda melhores. Principalmente na parte de fixação.

Portanto conclui-se, após todas as avaliações e considerações realizadas, que a matriz antiga que era utilizada para a fabricação de alvos de argila, poderá ser utilizada para a fabricação dos alvos com a nova formulação.

9 REFERÊNCIAS

JUS. **Do crime de disparo de arma de fogo**. 16 nov. 2020. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/52413/do-crime-de-disparo-de-arma-de-fogo>

CLUBE CARCARAS. **Pista de tiro**. 16 nov. 2020. Disponível em: <https://www.clubecarcaras.com.br/noticia/visualizar/11>.

DREAMS TIME. **Alvos de argila**. 16 nov. 2020. Disponível em: <https://pt.dreamstime.com/photos-images/alvos-da-argila.html>

ANHANGUERA FERRAMENTAS. **Suporte para furadeira portátil 10.064 somar**. 10 jan. 2022. Disponível em: <https://www.anhangueraferramentas.com.br/produto/suporte-para-furadeira-portatil-10-064-somar-101565>

BUSSAB, W. O.; MORETTIN, P. A. **Estatística Básica**. 5 ed. São Paulo: Saraiva, 2004.

LIRA, IGNACIO. **Evaluating the Measurement of Uncertainty. Fundamentals and Practical Guide**. Institute of Physics Publishing. 243 p. Bristol. 2002.

REGLAMENTO TRAP 3. Madrid: 2022. 27 abril. 2022. Disponível em: https://www.fedecat.pt/docs/Regulation/REGLAMENTO_TRAP_3_ESP.pdf

GUEDELHA, J & LOURENÇO, R. **Metrologia e Normalização – Guia do Formando**. (1999).

SOUSA, C. **Metrologia – Notas Histórias**. CATIM: Centro de Apoio Tecnológico à Indústria Metalomecânica. (2010).

BOTTOSSI, B. F. G. **A ANÁLISE DO CUSTO DA QUALIDADE NO DESENVOLVIMENTO DE NOVOS PRODUTOS NA INDÚSTRIA AUTOMOBILÍSTICA E SEU IMPACTO NA PRODUÇÃO EM SÉRIE**. 83 f.

Monografia (Pós-Graduação) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia da Qualidade – Lean Seis Sigma Green Belt Universidade de Taubaté, Departamento de Engenharia Mecânica. Taubaté, 2016.

INMETRO (Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial). **Vocabulário Internacional de Termos Fundamentais e Gerais de Metrologia**. 2.ed. Brasília, SENAI/DN, 2000. 75p.