



Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza
GOVERNO DO ESTADO DE SÃO PAULO
ETEC “JORGE STREET”

TCC

Técnico em Mecatrônica
Orientador: PROF. RENÊ GRAMINHANI

Pedro Henrique Silva Ferreira

Rafael Ribeiro dos Santos

Rodrigo Jesus Veloso

Rone Cris Alves da Silva

Valter Teodoro de Oliveira

Cuba Ultrassônica: Produto utilizado para limpeza e desoxidação de componentes através de cavitação.

**São Caetano do Sul / SP
2023**

Pedro Henrique Silva Ferreira

Rafael Ribeiro dos Santos

Rodrigo Jesus Veloso

Rone Cris Alves da Silva

Valter Teodoro de Oliveira

Cuba Ultrassônica

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado como pré-requisito para
obtenção do Diploma de Técnico em
Mecatrônica da ETEC Jorge Street.

Prof. Renê Graminhami

RESUMO

A lavadora ultrassônica é um equipamento que utiliza ondas sonoras para remover sujeiras e detritos de instrumentos hospitalares, automotivas, mecânica, bijuterias, luteria, etc. O objetivo central é apresentar uma forma eficiente de limpeza automatizada, onde ela possui ciclos de limpeza que reduzem o consumo de água, de saneantes, assim tornando o processo mais eficiente e tendo como resultado final uma peça ou instrumento completamente renovado e pronto para uso. A grande vantagem da cuba ultrassônica está na capacidade de alcançar áreas difíceis. Em resumo, para otimizar o processo de limpeza observe as vantagens de eficiência, qualidade e economia, pois ela é capaz de produzir resultados precisos usando técnicas tradicionais.

AGRADECIMENTOS

Às nossas famílias que, de maneira direta ou indireta, apoiaram nossos esforços.

Ao Prof^o orientador Renê Graminhani que alicerçou o ensino e a aprendizagem, a fim de que este projeto pudesse ser concretizado.

A todos os Professores que participaram da construção do conhecimento dos alunos, pois sem esse auxílio, possivelmente, este projeto não teria se transformado em realidade e edificado um sonho.

Aos colegas do curso com os quais tivemos oportunidade de conviver durante a aquisição da aprendizagem e repartir incertezas, na caminhada, em busca desta ascensão cultural.

Epígrafe

“A educação não transforma o mundo,
A educação transforma pessoas
e as pessoas transformam o mundo.”

Paulo Freire

Sumário

1.	INTRODUÇÃO.....	13
	1.1 Problema.....	13
	1.2 Objetivos.....	13
	1.2.2 Objetivo Geral.....	14
	1.2.3 Objetivos Específicos	14
	1.3 Delimitação do tema	14
	1.4 Relevância.....	14
	1.5 Organização do TCC	14
2.	SUPORTE TEÓRICO.....	15
	2.1 Arduino	15
	2.1.1 Como programar um Arduino	15
	2.1.1.1 Esquema Elétrico Arduíno	16
	2.1.1.2 Código de programação do temporizador	17
	2.2 Limpeza Ultrassônica	19
	2.3 Corpo Piezoelétrico	20
3.	MÉTODO DE EXECUÇÃO	22
	3.1 Área de Realização	22
	3.2 Custos	22
	3.3 Normas regulamentares utilizadas	23
	3.4 Cronograma.....	23
	3.5 SWOT.....	25
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
5.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	27
	REFERÊNCIAS	28

1. INTRODUÇÃO

A cuba ultrassônica é um moderno e eficiente equipamento utilizado para limpeza e desoxidação de objetos e componentes.

A limpeza por meio da cuba ultrassônica é realizada através da cavitação, ou seja, a formação de microbolhas que em alta velocidade eclodem ao encontrar o objeto a ser limpo.

Ela é composta por uma cuba geralmente de aço inoxidável, mas pode variar conforme a necessidade de uso, contém também líquido que pode ser água, sanitizantes ou em alguns casos até ácidos.

Para finalizar ela também tem placa de potência, piezoelétrico (transdutor) 40KWz60W, circuito temporizador criado com a plataforma Arduino.

1.1 Problema

Devido à dificuldade de fazer a limpeza manual em componentes eletrônicos, peças de relógio, bijuterias e também por causa da delicadeza desses materiais, levantou-se -se a questão: como facilitar a remoção das impurezas, de maneira eficiente e autônoma?

1.2 Objetivos

- Programar o temporizador;
- Soldar os componentes na placa;
- Instalar um display de controle;
- Confecção do suporte para a cuba;
- Instalação da cuba de alumínio
- Montagem do comando eletrônico.

1.2.2 Objetivo Geral

Elaborar um protótipo de cuba ultrassônica, onde a finalidade seja facilitar, ganhar tempo e ter uma melhor e mais profunda limpeza.

1.2.3 Objetivos Específicos

Facilitar na limpeza de peças, onde se faz necessário um grau de limpeza profunda e com pouca mão de obra especializada.

Reduzir os danos das peças e diminuir o impacto ambiental.

1.3 Delimitação do tema

Tema: Cuba Ultrassônica com utilização da mecatrônica

Delimitação temática: Desenvolvimento de uma cuba ultrassônica para ser utilizada na limpeza profunda de objetos e componentes, através da cavitação.

1.4 Relevância

Importância do projeto para a indústria envolve a diminuição de mão de obra, tempo e quantidade de produtos de limpeza e provê uma limpeza muito mais profunda nas peças, para execução do sistema de limpeza por cavitação realizada pela cuba ultrassônica.

1.5 Organização do TCC

A seção documental do TCC foi organizada em cinco etapas, sendo que a primeira etapa é destinada à apresentação do trabalho, abordando o problema, os objetivos, a delimitação do tema, a relevância do estudo e a organização do documento. Na segunda etapa, são apresentados os fundamentos teóricos que embasaram a execução do projeto. Na terceira etapa, é abordado o desenvolvimento do projeto, incluindo o método de execução, as normas, os custos e o cronograma. Na quarta etapa, são discutidos os resultados obtidos, utilizando as teorias como base. A quinta e última etapa é dedicada às considerações finais.

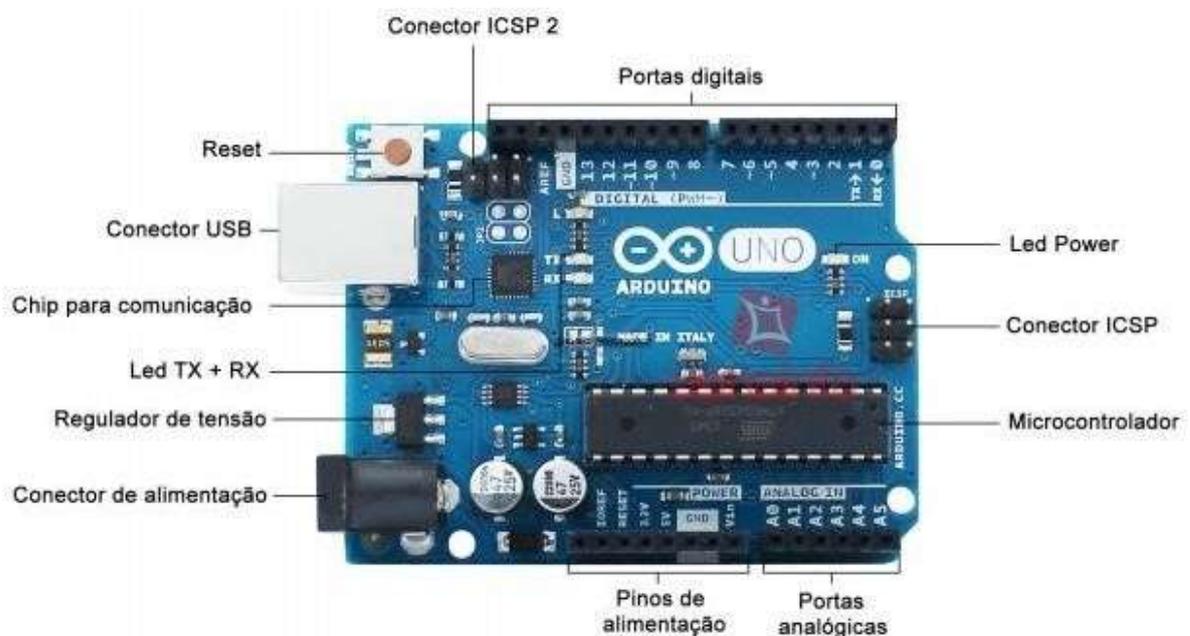
2. SUPORTE TEÓRICO

2.1 Arduino

É uma placa de prototipagem eletrônica de código aberto. o projeto, surgido na cidade de Ivrea, na Itália, em 2005, inclui hardware e software livre e visa oferecer ferramentas adaptáveis.

O microcontrolador usado pelo grupo é o Arduino Uno R3 é uma placa baseada no microcontrolador Tmega328 (datasheet). Ele tem 14 pinos de entrada/saída digital (dos quais 6 podem ser usados como saídas PWM), 6 entradas analógicas, um cristal oscilador de 16MHz, uma conexão USB, uma entrada de alimentação uma conexão ICSP e um botão de reset.

Figura 01 – Componentes do Arduino



Fonte: Usinainfo, 2016.

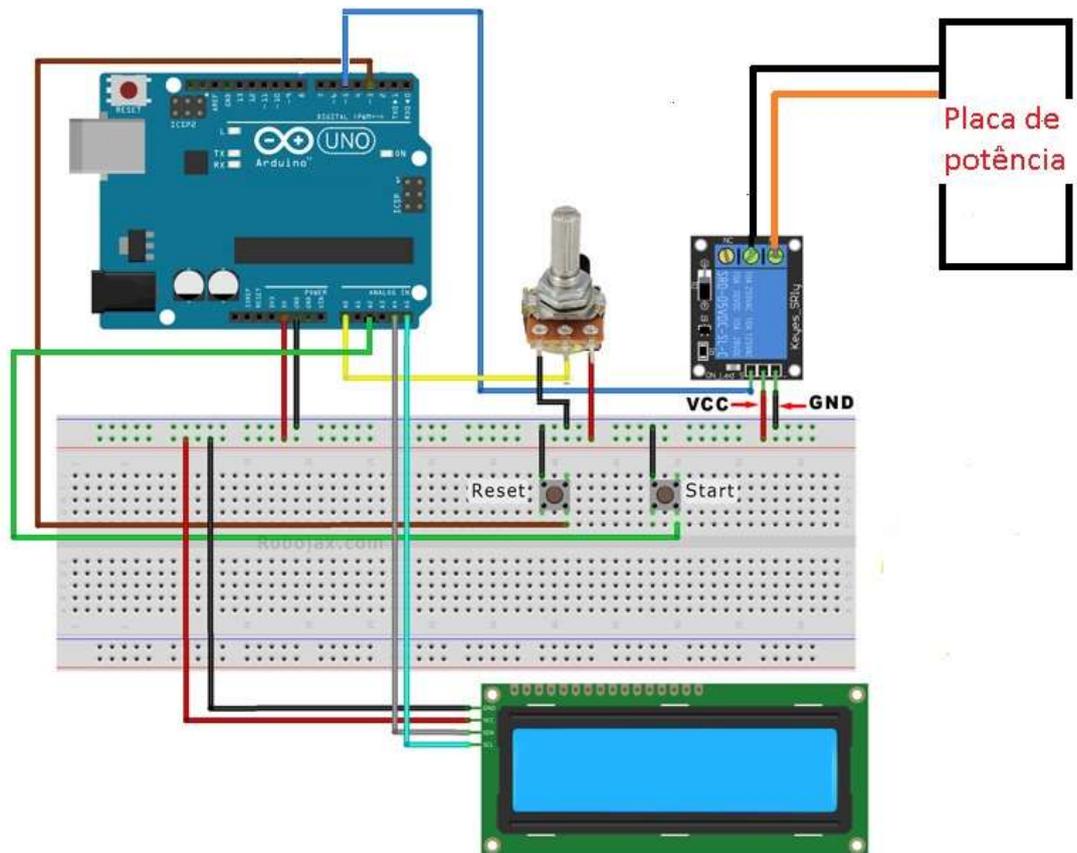
2.1.1 Como programar um Arduino

A linguagem utilizada no Arduino é baseada na linguagem C, onde letras maiúsculas, minúsculas e conjuntos de palavras possuem diferença de significado. Para identificar o final de uma linha de programação dentro do software, é necessário que o programa seja capaz de reconhecer essa informação.

Todo programa possui um corpo, sendo que sua função principal deve ser obrigatoriamente a função "void setup()" e a função "void loop()". A função "void setup()" é responsável pela inicialização do programa, enquanto a função "void loop()" é responsável pela execução do programa.

A entrada e saída de dados pode ser realizada através das portas digitais ou analógicas. As portas digitais utilizam comandos como "digitalRead(pino)", que faz a leitura de dados nas portas digitais, e "digitalWrite(pino, valor)", que define o valor de saída das portas digitais. Para configurar uma porta como saída, utiliza-se o comando "pinMode(pino, OUTPUT)", e o valor de saída pode ser "HIGH" ou "LOW".

2.1.1.1 Esquema Elétrico Arduino



2.1.1.2 Código de programação do temporizador

```
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>
LiquidCrystal_I2C lcd(0x27, 16, 2);
#define relayPin 5
#define potPin A0
#define resetPin 3
#define startPin A2
#define relayType 'L'
const int maxTime = 1800;
const int minTime = 2;
long duration;
int potValue;
long rememTime;
int relayState =0;
void setup() {
  lcd.init();
  lcd.backlight();
  pinMode(relayPin, OUTPUT);
  pinMode(resetPin, INPUT_PULLUP);
  pinMode(startPin, INPUT_PULLUP);
  attachInterrupt(digitalPinToInterrupt(resetPin), reset, LOW);
  Serial.begin(9600);
  if(relayType == 'L')
  {
    digitalWrite(relayPin, HIGH);
    lcd.print("CubaUltrassonica");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("Iniciando...");
    Serial.println("CubaUltrassonica");
    Serial.println("Iniciando...");
  }else{
    digitalWrite(relayPin, LOW);
    lcd.print("CubaUltrassonica");
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("4CN-Meca");
    Serial.println("CubaUltrassonica ");
    Serial.println("4CN-Meca ");
  }
  delay(10000);
  lcd.clear();
}
void loop() {
  potValue = analogRead(potPin)/10;
  int durationCalc = map(potValue, 0, 102, minTime, maxTime);
  if(digitalRead(startPin) ==LOW)
  {
    duration = durationCalc;
    rememTime = millis()/1000;
    relayState = 1;
    controlRelay();
  }
```

```

    }
    if( ( millis()/1000- rememTime) > duration )
    {
        relayState = 0;
        controlRelay();
    }
    Serial.print("Tempo: ");
    Serial.print(duration);
    Serial.print (" S ");
    if(relayState ==1){
        lcdDisplay(0, "Tempo: ", duration, "S");
        lcdDisplay(1, "Ligado: ", getRtime(), "S");
        Serial.print(" remain: ");
        Serial.print(getRtime());//
        Serial.print(" S");
    }else{
        lcdDisplay(0, "Tempo: ", durationCalc, "S");
        lcdDisplay(1, "Desligado      ", 0, " ");
    }
    Serial.println();
    delay(50);
}
void controlRelay()
{
    if(relayType == 'L')
    {
        if(relayState == 1)
        {
            digitalWrite(relayPin, LOW);
            Serial.print("LT-Relay ON for ");
            Serial.print(duration);
            Serial.println(" Seconds");
        }else{
            digitalWrite(relayPin, HIGH);
            Serial.println("====Relay is OFF");
        }
    }else{
        if(relayState == 1)
        {
            digitalWrite(relayPin, HIGH);
            Serial.print("HT-Relay ON for ");
            Serial.print(duration);
            Serial.println(" Seconds");
        }else{
            digitalWrite(relayPin, LOW);
            Serial.println("==Relay OFF");
        }
    }
}
void reset()
{
    duration =0;
    if(relayType == 'L')

```

```

    {
        digitalWrite(relayPin, HIGH);
    }else{
        digitalWrite(relayPin, LOW);
    }
    Serial.println("Desligado");
}
int getRtime()
{
    return duration - (millis()/1000- rememTime);
}
void lcdDisplay(int rowNum, String titleText, int valueText, String value2Text)
{
    clearRow(rowNum);
    String myStr;
    myStr = String(valueText);
    int titleTextLength = titleText.length();
    lcd.setCursor (0,rowNum);
    lcd.print(titleText);
    lcd.setCursor (titleTextLength,rowNum);
    lcd.print(myStr);
    lcd.setCursor (myStr.length()+titleTextLength,rowNum);
    lcd.print(value2Text);
}
void clearRow(int r)
{
    for(int i=0; i<16; i++)
    {
        lcd.setCursor (i,r);
        lcd.print(" ");
    }
}
}

```

2.2 Limpeza Ultrassônica

A limpeza ultrassônica é feita através da troca de energia elétrica em energia mecânica. Esta energia mecânica é chamada de Cavitação Ultrassônica, que são microesferas criadas no líquido de limpeza, que ao se atritarem umas nas outras ou explodirem nos materiais a serem limpos, desprendem a sujeira de forma inigualável e na maioria das vezes, onde o acesso seria impossível.

Limpa-se peças com formas complexas ou módulos superfície inteira, sem que tenham de ser desmontado para limpeza. Você começa com a limpeza ultrassônica no menor tempo uma limpeza profunda dos poros da peça, sem trabalho manual tedioso e sem o uso de agentes de limpeza ambientalmente nocivos.

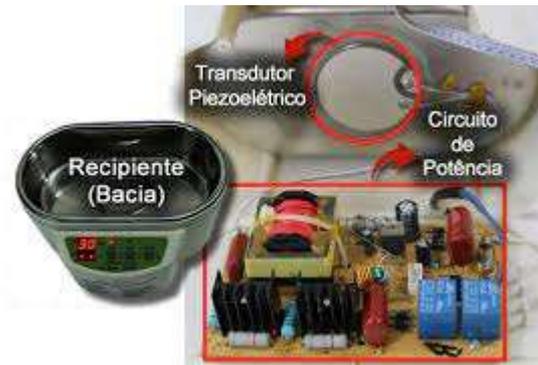
Figura 1 – Cuba em processo de limpeza



Fonte:

<https://blog.suryadental.com.br/lavadora-ultrassonica/>

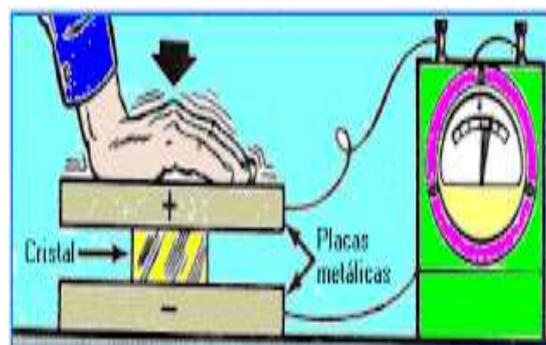
Figura 2 – Componentes da cuba



Fonte: <https://www.usinainfo.com.br/cuba-ultrassonica-330>

2.3 Corpo Piezoelétrico

Figura 1 – placas de cristal sendo comprimidas.



Fonte: <http://blog.recursos terapeuticos.com.br/2013/04/voce-sabe-o-que-e-efeito-piezoelétrico.html>

Figura 2 – corpo piezoelétrico (transdutor ultrassônico).



Fonte: <https://dnk.grandado.com/products/1-stk-60w-40-khz-hoj-konverteringseffektivitet-ultralyd-piezoelektrisk-transducer-renere-hojtydende-akustiske-komponenter>

O efeito piezoelétrico (piezo = que comprime, que pressiona) foi descoberto por Pierre e Jacques Curie, na França, em 1880. Consiste na capacidade de alguns cristais gerarem corrente elétrica em resposta a uma pressão mecânica. A piezoelectricidade é um fenômeno observado em cristais anisotrópicos nos quais deformações mecânicas provocam polarizações elétricas. Os cristais piezoelétricos apresentam também um comportamento especial quando se aplica uma diferença de tensão entre suas superfícies: eles se expandem ou se contraem, dependendo da polaridade elétrica aplicada, recebendo o nome de efeito piezoelétrico reverso.

O comportamento peculiar destes cristais frente à aplicação de diferença de potencial elétrico entre suas superfícies levou ao desenvolvimento de várias ideias. Uma delas foi à geração de sons de alta frequência, aplicando-se pulsos elétricos alternados e extremamente rápidos. Na medicina, em particular, isto permitiu o desenvolvimento de equipamentos de investigação por imagem através do ultrassom – ultrassonografia – e de dispositivos para tratamentos de disfunções ortopédicas e dermatofuncionais, como é o caso do ultrassom terapêutico.

3. MÉTODO DE EXECUÇÃO

Neste capítulo foram descritos os procedimentos adotados para a realização da pesquisa. Quanto à abordagem, foi utilizada uma abordagem qualitativa. Para a coleta de informações, foram empregados métodos bibliográficos, com a consulta de fontes físicas (como livros, revistas técnicas e dissertações de mestrado) e virtuais, encontradas em sites da internet.

No que se refere à parte prática do projeto (execução do produto ou serviço), foi adotada a estrutura textual da Descrição Técnica de Processo, com a apresentação sequencial e detalhada das etapas de execução do produto ou serviço, acompanhadas por figuras numeradas e nomeadas.

3.1 Área de Realização

Este estudo foi realizado na ETEC Jorge Street em São Caetano do Sul, São Paulo, no laboratório de eletrônica, pelos alunos do Curso Técnico de Mecatrônica.

3.2 Custos

TABELA 01 – Materiais e Mão de obra (Custos)

MATERIAIS			
Piezo elétrico	1	R\$ 104,42	R\$ 104,42
Arduíno R3	1	R\$ 109,99	R\$ 109,99
Fonte 12 V	1	doação	doação
Conector plug P4 M/F	1	R\$ 57,30	R\$ 57,30
Botão liga/desliga	1	R\$ 22,80	R\$ 22,80
Placa Pc board	1	Doação	doação
Cabo Jumper M/F	1	R\$ 25,19	R\$ 25,19
HK-P50 Protoboard 760 furos Hikari	1	doação	doação
Botão Push-button	2	R\$ 18,90	R\$ 18,90
Potenciômetro	1	R\$ 35,30	R\$ 35,30
Kit Jumper M/M	1	R\$ 26,04	R\$ 26,04
Cabo de alimentação	1	R\$ 16,50	R\$ 16,50
Display tela Lcd	1	R\$ 24,90	R\$ 24,90

TOTAL			R\$ 441,34
MÃO DE OBRA			
TEMPO DE EXECUÇÃO	CUSTO/HORA	Nº DE PROFISSIONAIS	CUSTO TOTAL
32 Horas	R\$ 30,00	2	R\$ 1.920,00

TOTAL DAS DUAS TABELAS (Materiais + Mão de Obra)	
R\$ 2.361,34	
Custo total do projeto + % de lucro (+ ou - 30%)	
R\$ 2361,34 + R\$ 708,40	
Custo total para comercialização	
R\$ 3.069,74	

Fonte: Próprios autores.

3.3 Normas regulamentares utilizadas

Para que seja fabricada a cuba deve-se utilizar algumas Normas ABNT (Nr's) :

- Nr06: Usar os EPIS adequado como óculos, luva, avental, protetor auricular.
- Nr25: estabelece requisitos de segurança e saúde no trabalho para o gerenciamento de resíduos industriais

3.4 Cronograma

QUADRO 1

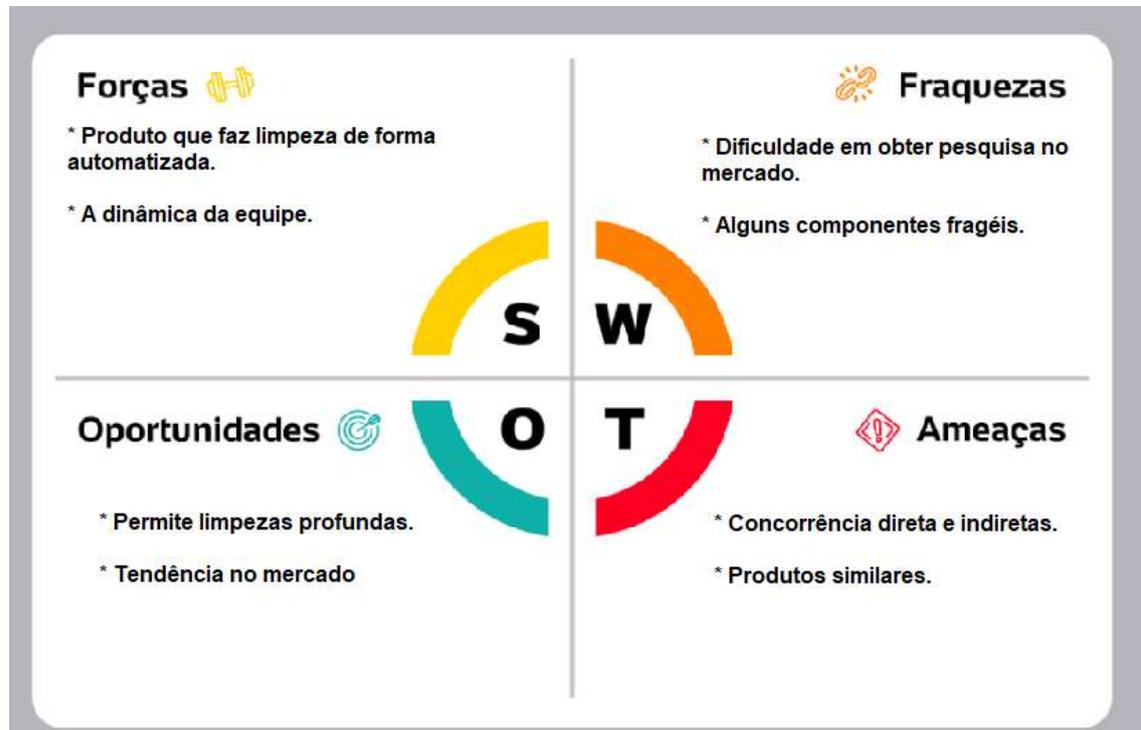
2022	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Determinação do problema						X				
Determinação dos objetivos							X			
Delimitação do Tema							X			
Relevância								X		
Organização do TCC										
Seleção da Base Teórica								X		

Custos									X	
Pesquisa de normas (téc; de segurança; ambiental)									X	
Cronograma						X	X	X	X	X
Execução do Projeto						X	X	X	X	X
2023	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV
Resultados e Discussão				x						
Considerações Finais					x					
Resumo					x					
Introdução				x						
Redação final do documento - TCC e Impressão					x					
Elaboração do power-point do TCC					x					
Elaboração do vídeo				x						
Apresentação do TCC à Banca					x					

Fonte: Elaborada pelos autores

3.5 SWOT

Quadro 1



4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O nosso projeto e uma cuba ultrassônica, encontramos algumas dificuldades no processo de montagem em relação a placa eletrônica, pois ligamos ela em uma corrente maior do que a que ela suportava e queimou o varistor e fusível de 2ª, mas substituímos esses componentes e a placa obteve um bom funcionamento. Encontramos problemas também em relação ao piezo pois a potência da placa era bem maior que a potência do piezo, e quando ligamos o piezo no circuito ele rachou ao meio. Então compramos outro piezo e instalamos ao circuito e obteve um bom funcionamento.

O projeto depois de montando não apresentou nenhuma dificuldade de limpeza, os materiais que foram testados ficaram realmente limpos, exemplos de matéria: bijuterias, placa eletrônica, corrente, bicos injetores e etc.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Quando falamos sobre a limpeza manual, devemos ter em mente que será necessário um contato maior com a peça. O que, mais para frente, pode resultar em uma recontaminação ou não eliminar nem 90% das bactérias presentes.

Mesmo que seja um método bastante utilizado, a limpeza manual ainda pode causar a contaminação no profissional que está realizando o processo.

Contudo, você ainda precisa realizar a limpeza individual de cada peça, o que acaba levando mais tempo do que o necessário.

Além disso, a limpeza manual exige um atrito maior contra a peça, podendo causar desgastes e diminuir a vida útil do equipamento.

Já a limpeza automatizada não exige tanto contato com o instrumento, realizando essa lavagem de forma mais higiênica e com menor chance do material ser contaminado uma segunda vez.

Por atingir pequenas partes, que a escova não consegue alcançar, a lavadora garante ao usuário uma limpeza completa e eficiente das peças. Além disso, ela ainda elimina a sujeira com mais rapidez, deixando os processos seguintes mais proveitosos.

Seu uso diminui o risco de acidente ocupacional. Isso porque o profissional não precisa entrar em contato por muito tempo durante a limpeza.

A possibilidade de erros de lavagem e desperdícios de insumos diminui bastante com o uso do equipamento automatizado. Logo, também diminui gastos desnecessários da empresa com a compra de produtos extras sem a necessidade.

Sobretudo, o uso de EPIs se faz totalmente necessário durante o processo, garantindo ainda mais a segurança do colabora

REFERÊNCIAS

- 1) HEHN, T; MANOLI, Y. CMOS Circuits for Piezoelectric Energy Harvesters: Efficient Power Extraction, Interface Modeling and Loss Analysis, 2015, XVII, 204 p. 137.
- 2) ARNOLD, F. J. Análise unidimensional de transdutores piezelétricos baseada no teorema de Thévenin. Revista Brasileira de Ensino de Física, v. 31, n. 4, 4305, jul., 2009.
- 3) Ecycle, Pavegen: o piso que transforma o impacto do passo em energia elétrica. Disponível em: <https://www.ecycle.com.br/component/content/article/5-eco-design/4706-piso-converte-impacto-de-passos-em-eletricidade-sustentabilidade-calcadas-tecnologia-placas-durabilidade-pavegen.html>
Acesso em : 18/03/23
- 4) <https://universolambda.com.br/piezoeletrico-conceitos-e-aplicacoes/> Acesso em: 03/04/23
- 5) Pavegen, 2014. Disponível em: <http://pavegen.com/home> Acesso em : 03/04/23
- 6) Edery-Azulay, L., 2010. "Innowattech, energy harvesting systems". Disponível em: https://www.iroads.co.il/sites/default/files/mtsgt_1_innowattech_presentation_lucy_edery-azulay.pdf Acesso em : 07/04/2023
- 7) <http://blog.recursoaterapeuticos.com.br/2013/04/voce-sabe-o-que-e-efeito-piezoeletrico.html> Acesso em : 07/04/23
- 8) <https://victorvision.com.br/blog/o-que-e-arduino/#:~:text=Arduino%20%C3%A9%20uma%20plataforma%20que,realiza%20diversos%20projetos%20tecnol%C3%B3gicos.>
Acesso em : 29/05/23

9) <https://blog.sandersdobrasil.com.br/cuba-ultrassonica-limpeza-eficiente-em-variados-segmentos-de-mercado/#:~:text=Lavadora%20Ultrass%C3%B4nica%20%C3%A9%20o%20equipamento,c%C3%A2mera%20de%20newbauer%2C%20entre%20outros.>
Acesso em : 29/05/23