

CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA “PAULA SOUZA”

**FACULDADE DE TECNOLOGIA DE RIBEIRÃO PRETO**

**CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM**

**SISTEMAS BIOMÉDICOS**

**EQUIPAMENTO DE DESINFECÇÃO PARA MÁSCARAS N95 (PFF2)**

**EDSON LUIZ DOS SANTOS NICOMEDES**

**GIOVANE MONTANARI**

**ORIENTADOR: MS. RICARDO FONTE MARINHEIRO**

**RIBEIRÃO PRETO, S.P.**

**2021**

EDSON LUIZ DOS SANTOS NICOMEDES

GIOVANE MONTANARI

**EQUIPAMENTO DE DESINFECÇÃO PARA MÁSCARAS N95 (PFF2)**

**ORIENTADOR: MS. RICARDO FONTE MARINHEIRO**

Trabalho de conclusão de Curso apresentado à Faculdade de Tecnologia (FATEC) de Ribeirão Preto/SP, como parte dos requisitos para aprovação no curso de Sistemas Biomédicos

Orientador(a): MS. RICARDO FONTE MARINHEIRO

Aceite do orientador: \_\_\_\_\_

**RIBEIRÃO PRETO, S.P.**

**2021**

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>1.1 Desinfecção de materiais hospitalares .....</b>	<b>8</b>
<b>1.2 Desinfecção com Luz UV .....</b>	<b>8</b>
<b>3. OBJETIVOS .....</b>	<b>10</b>
<b>3.1 Objetivo geral.....</b>	<b>10</b>
<b>3.2 Objetivos específicos.....</b>	<b>10</b>
<b>4. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>10</b>
<b>5. MATERIAIS .....</b>	<b>11</b>
<b>6. METODOLOGIA.....</b>	<b>12</b>
<b>6.1 Gráfico de Gantt.....</b>	<b>18</b>
<b>6.2 Atribuições .....</b>	<b>19</b>
<b>6.3 Circuito eletrônico .....</b>	<b>20</b>
<b>6.4 Código arduino .....</b>	<b>21</b>
<b>7. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>24</b>
<b>8. CONCLUSÃO.....</b>	<b>28</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>30</b>

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Espectro UV .....	9
Figura 2: Caixa Térmica.....	13
Figura 3: Lâmpada UV-C.....	13
Figura 4: Caixa com circuito.....	14
Figura 5: Caixa pequena acoplada a caixa térmica .....	14
Figura 6: <i>Buzzer</i> .....	15
Figura 7: Chave fim de curso.....	15
Figura 8: Motor de micro-ondas.....	16
Figura 9: Suporte da máscara .....	16
Figura 10: Mensagens iniciais do <i>display</i> .....	17
Figura 11: Mensagem “Em operação” e contagem regressiva .....	17
Figura 12: Mensagem final do <i>display</i> .....	18
Figura 13: Circuito eletrônico .....	20
Figura 14: Máscara entre duas lampadas .....	24
Figura 15: Armação metálica .....	25
Figura 16: Ideia inicial de contador .....	25
Figura 17: Ideia final do <i>display</i> .....	26
Figura 18: Ideia inicial da caixa de isopor .....	26
Figura 19: Ideia final da caixa térmica.....	26
Figura 20: Equipamento finalizado.....	28

## **Resumo**

A todo instante o mundo passa por transformações, e isso reflete nas tecnologias criadas para acompanhar essas mudanças. A cada dia, novos equipamentos surgem com o intuito de facilitar nossas vidas, principalmente diante de cenários de grandes mudanças como a pandemia imposta pelo novo coronavírus (SARS CoV-2, sigla em inglês para Síndrome Respiratória Aguda Grave), nesses casos, as inovações surgem com o propósito de proteger vidas. No início da pandemia, a única proteção dos profissionais de saúde contra o novo coronavírus era a máscara N95, que rapidamente foram consumidas no mercado, devido à alta demanda. Esse trabalho tem por objetivo criar um equipamento à base de luz UV-C que seja capaz de desinfetar máscaras N95, estendendo o tempo de vida útil em um momento de escassez desses recursos.

**Palavras-Chave:** Luz UV-C, máscaras N95, desinfecção de máscaras, caixa de desinfecção.

## **Abstract**

The world is constantly undergoing transformations, and this is reflected in the technologies created to accompany these changes. Every day, new equipment appears in order to make our lives easier, especially in the face of big changes scenarios such as the pandemic imposed by the new coronavirus (SARS CoV-2, acronym for Severe Acute Respiratory Syndrome), in these cases, innovations emerge with the purpose of protecting lives. At the beginning of the pandemic, the only protection for healthcare professionals against the new coronavirus was the N95 mask, which was quickly consumed in the market due to high demand. This work aims to create an equipment based on UV-C light that is capable of disinfecting N95 masks, extending their useful life at a time when these resources are scarce.

**Keywords:** UV-C light, N95 masks, mask disinfection, disinfection box.

## 1. INTRODUÇÃO

O novo coronavírus (SARS CoV-2) já trouxe muitos danos desde seu surgimento em 2019, a doença causada por esse vírus, chamada Covid 19, já causou a morte de mais de meio milhão de pessoas somente no Brasil. Com a chegada de novas variantes, os problemas são ainda maiores, pois ele se tornou mais transmissível e com uma maior capacidade de escape imune. Com a criação de vacinas contra o coronavírus, surgiu-se a esperança de que a pandemia chegue logo ao fim, porém, devido a velocidade da imunização em massa, ainda é importante que os cuidados como uso de máscaras e distanciamento continuem, além de novas estratégias para o enfrentamento do vírus (PESSÔA *et al.*, 2021).

Desde o começo da pandemia, tem sido recomendado pelos médicos e pela OMS (Organização Mundial da Saúde) o uso das máscaras N95 em ambientes de saúde, pelos profissionais que lá trabalham, pois ela é um equipamento de segurança de alta proteção, que impede o usuário de inalar agentes infecciosos de aerossóis ou gotículas que estejam no ambiente. O N do nome refere-se à resistência não oleosa e o 95 refere-se a sua eficiência de retenção de 95% (DE SOUZA *et al.*, 2020).

Devido ao aumento brusco de casos da Covid-19, a demanda por máscaras também aumentou muito no mundo, fazendo com que muitos profissionais de saúde tivessem que reutilizar esses equipamentos, pois não havia disponível para a compra. Estudos científicos mostram que o uso de uma máscara N95 por uma mesma pessoa por um tempo maior do que o recomendado, não reduz a proteção oferecida por ela, podendo ser usadas por até meses (DE SOUZA *et al.*, 2020).

No entanto, é necessário a utilização de algum método de desinfecção para que os patógenos que ficam retidos na máscara possam ser removidos.

As máscaras N95 são produzidas contendo algumas camadas, sendo a primeira de fibra sintética de polipropileno, a segunda de uma camada filtrante de fibra, a terceira de fibra sintética com tratamento eletrostático, e a última camada é de uma fibra para promover um contato facial mais confortável (GALZO; ROCHA, 2021).

A produção de máscaras N95 no mundo aumentou bastante na época de pandemia, empresas como a 3M, maior fabricante deste tipo de máscaras triplicou sua produção neste período (LIMA, 2020).

Este trabalho tem como propósito criar um equipamento que seja capaz de desinfetar máscaras N95 com a ajuda de luz ultravioleta, de forma que ela possa ser reutilizada com mais segurança pelos profissionais da área da saúde.

## **1.1 Desinfecção de materiais hospitalares**

Existem diversas formas de se eliminar microrganismos em hospitais, sendo alguns métodos mais eficientes do que outros e são utilizados dependendo da circunstância, os mais comuns são a descontaminação, que é a eliminação total ou parcial de microrganismos de superfícies inanimadas. A limpeza, que é a remoção mecânica e/ou química de sujidades em geral, (oleosidade, umidade, matéria orgânica, poeira, entre outros) de determinado local. A desinfecção, que é a eliminação de microrganismos, exceto esporulados, de materiais ou artigos inanimados, através de processo físico ou químico, com auxílio de desinfetantes, e a esterilização, que é a destruição de todos os microrganismos, inclusive esporulados, através de processo químico ou físico (BVS, 2008).

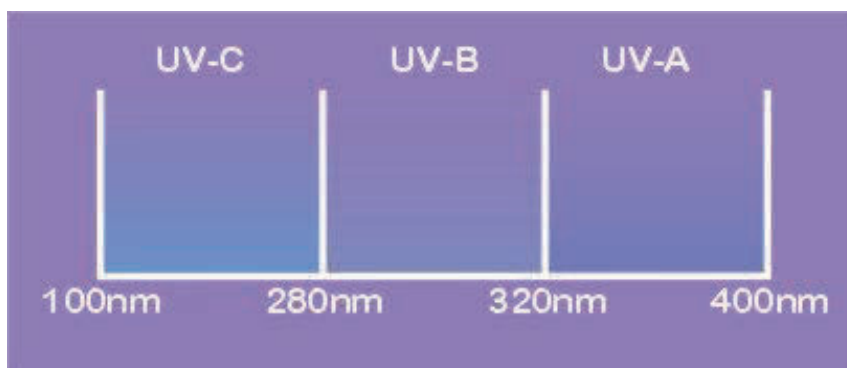
## **1.2 Desinfecção com Luz UV**

A radiação ultravioleta contribui com uma região restrita do espectro da radiação eletromagnética e é subdividida, tradicionalmente, em: UV-C (100-290 nm), UV-B (290-320 nm) e UV-A (320-400 nm). A radiação UV-A, por sua vez, é classificada em UV-A1 (340-400 nm) e UV-A2 (320-340 nm) (BALOGH, 2011).

Cerca de 99% da radiação UV a nível do mar corresponde à radiação UV-A (DA SILVA, 2021).



Figura 1: Espectro UV



Fonte: Martins (2010)

Os raios UV-C são excelentes para eliminar vírus em geral, incluindo o novo coronavírus. O vírus é composto por uma camada de proteínas e em seu interior está o material genético, com a incidência do UV-C tanto a camada como seu material genético são destruídos, o que causa a inativação do vírus. Para que isso aconteça, o vírus precisa estar diretamente exposto a radiação (BAGNATO, 2020).

Deve-se tomar cuidado com a utilização dos raios UV-C, pois suas fontes também emitem um pouco de UV-A e UV-B, e sua incidência sobre a pele pode causar danos e até o desenvolvimento de câncer de pele, e quando incidem nos olhos podem causar queimaduras na córnea e catarata (BAGNATO, 2020).

O uso do UV-C em ambientes em que circulam muitas pessoas pode ser uma boa opção para a descontaminação, desde que a luz seja ativada em momentos em que não haja ninguém próximo. Para a utilização da radiação UV-C em câmaras, no caso da desinfecção de pequenos objetos, deve ser feita de forma que não escape nenhum feixe de luz, de forma que nenhuma parte do corpo humano fique exposta a luz (BAGNATO, 2020).

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 Objetivo geral

Criar um equipamento capaz de desinfetar máscaras N95 através da luz UV-C com a possibilidade de uso em hospitais.

#### 3.2 Objetivos específicos

Desenvolver um protótipo de um equipamento de desinfecção de máscaras N95 com a utilização da luz UV-C e avaliar sua eficiência para o uso em ambientes hospitalares.

Avaliar a eficiência do protótipo.

Analisar a viabilidade de uso em ambiente hospitalar.

### 4. REVISÃO DE LITERATURA

Conforme alguns trabalhos publicados, a dose de radiação UV-C aplicada para a desinfecção das máscaras pode variar um pouco, de acordo com De Souza *et al* (2020) a dose utilizada foi de  $1\text{J}/\text{cm}^2$  sobre as áreas que recebem menor incidência de radiação, o comprimento de onda para a desinfecção ficando entre 200 e 280 nm. Esses valores foram testados envolvendo vírus como H1N1, SARS e MERS, além de bactérias e fungos.

Segundo Benevides *et al.* (2020) a melhor opção foi colocar doses muito elevadas, acima de  $5000\text{J}/\text{m}^2$ , tomando cuidado para não atingir acima de  $10^6\text{J}/\text{m}^2$ , pois foram observados danos nas máscaras. Nesse nível de intensidade, segundo o artigo, é necessária a exposição por apenas 30 segundos.

A Tabela 1 apresenta os resultados comparativos de 4 autores diferentes.

Tabela 1: Tabela comparativa com os resultados obtidos de diferentes autores

	Benedetti (2020)	Pessoa (2021)	Benevides <i>et al.</i> (2020)	De Souza (2020)
Comprimento de onda	203 a 280	100 a 280	200 a 280	200 a 280
Potência	8w	6w	27w	3 a 4,5W
Tempo de exposição	5 a 15min	20min	30s	2min
Dose	1J/cm <sup>2</sup>	1J/cm <sup>2</sup>	300 a 1000J/m <sup>2</sup>	1J/cm <sup>2</sup>

Fonte: Autores (2021)

Baseados nessas informações, optou-se por utilizar duas lâmpadas UV-C, com 8W de potência cada, e o tempo de exposição foi definido em 8 minutos, pois conforme apresentado na tabela 1, Benedetti *et al* (2020), com uma lâmpada de mesma potência, foi observado êxito na desinfecção com o tempo entre 5 e 15 minutos.

## 5. MATERIAIS

Os seguintes materiais foram utilizados no desenvolvimento deste trabalho:

- 1 Caixa térmica Bel, 34L
- 1 Arduíno UNO
- 2 Lâmpadas UV-C Lucmatlamps 8W
- 2 reatores eletrônicos MG 8W
- 4 soquetes Decorlux
- 1 *Display* lcd 16x2 com módulo i2c
- 1 motor Synchronous 127V/4W
- 2 fechaduras lockwell
- 1 relé 5V Songle
- 1 mini protoboard 400 pts
- 1 *buzzer*
- 1 chave liga desliga Margírius
- 1 led

- 1 chave de pulso Margírius
- 1 resistor 10 k
- 1 cabo de força
- 1 caixa pequena (quadro de energia) tigre
- 6 metros de fios 1,5mm
- 2 Máscaras N95 3M

## 6. METODOLOGIA

Este trabalho compreende em um estudo da área da engenharia médica, pois se trata do desenvolvimento de um equipamento que terá a possibilidade de ser utilizado em clínicas e hospitais. Quanto a finalidade, este trabalho pode ser classificado como um trabalho de desenvolvimento experimental, pois será construído um equipamento que trará benefícios para o local onde for utilizado. Será uma pesquisa explicativa, pois serão utilizados alguns materiais para a construção de um equipamento com finalidade específica e que será de grande importância.

Quanto a natureza dos dados, trata-se de uma pesquisa quantitativa, o ambiente de coleta serão as pesquisas bibliográficas e artigos e o grau de controle das variáveis será experimental.

Para a produção do equipamento foi utilizada uma caixa térmica grande da marca Bel, 34 Litros como a mostrada na figura 2 nela foi instalada duas lâmpadas UV-C (Lucmatlamps 8W), como apresentado na figura 3, possibilitando a desinfecção por radiação.

Figura 2: Caixa Térmica



Fonte: Autores (2021)

Figura 3: Lâmpada UV-C



Fonte: Autores (2021)

O circuito eletrônico, composto pelo Arduino, foi acondicionado em uma caixa menor, apresentada na figura 4 que fica fixada ao lado externo da caixa térmica, conforme a figura 5, também foi instalado um *display* responsável por indicar a contagem regressiva de 8 minutos, período necessário para a realização da desinfecção.

Figura 4: Caixa com circuito



Fonte: Autores (2021)

Figura 5: Caixa pequena acoplada a caixa térmica



Fonte: Autores (2021)

Foi instalado também um *buzzer* conforme mostrado na figura 6, para emitir um sinal sonoro contínuo ao término da desinfecção, e uma chave fim de curso como a da figura 7 na borda da caixa, desligando a lâmpada UV-C em caso de abertura da tampa, evitando danos à saúde do operador do equipamento.

Figura 6: *Buzzer*

Fonte: Autores (2021)

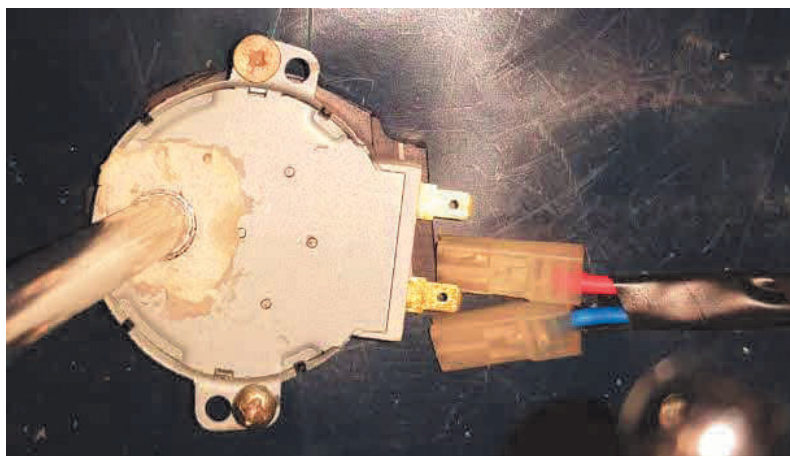
Figura 7: Chave fim de curso



Fonte: Autores (2021)

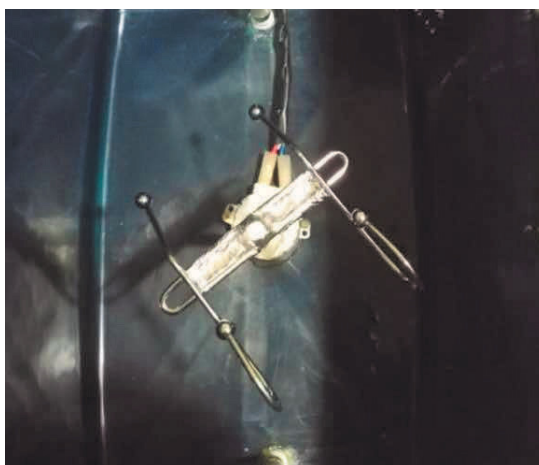
As lâmpadas foram instaladas nas laterais da caixa e um motor, mostrado na figura 8, do mesmo tipo utilizados em micro-ondas foi instalado na parte de baixo, ao centro. Nele estará acoplado o suporte apresentado na figura 9, que irá segurar a máscara de modo que ela gire lentamente e a radiação atinja a maior área possível, em seus dois lados, a fim de fazer uma descontaminação completa.

Figura 8: Motor de micro-ondas



Fonte Autores (2021)

Figura 9: Suporte da máscara



Fonte: Autores (2021)

Para ligar o equipamento, foi instalada na caixa pequena uma chave liga-desliga azul, como pode ser observado na figura 4. Ao acioná-la, o *display* é aceso exibindo as mensagens “Pronto para uso”, na linha de cima, e, “Pressione *start*”, na linha de baixo, conforme mostrado na figura 10.



Figura 10: Mensagens iniciais do *display*

Fonte: Autores (2021)

Para fazer o acionamento do equipamento, um botão de pulso vermelho foi instalado na caixa pequena, como apresentado na figura 4. Ao ser pressionada, as lâmpadas são acesas e o *display* passa a exibir a mensagem “Em operação...”, na linha de cima, e, na linha de baixo, é exibida uma contagem regressiva de 8 minutos conforme figura 11, que é o tempo necessário para a desinfecção. As lâmpadas só entram em funcionamento se a tampa da caixa estiver fechada.

Figura 11: Mensagem “Em operação” e contagem regressiva



Fonte: Autores (2021)

Passados os 8 minutos, o *buzzer* mostrado na figura 6 emite um bip contínuo de 5 segundos, sinalizando o término do tempo. No *display* é mostrada a mensagem “Fim de ciclo”, conforme mostrado na figura 12 por 5 segundos e depois retorna a mensagem inicial.

Figura 12: Mensagem final do *display*

Fonte: Autores (2021)

## 6.1 Gráfico de Gantt

O projeto foi dividido em atividades que foram distribuídas em um Gráfico de Gantt, permitindo o controle e gestão do tempo ao longo da execução das tarefas. Na figura 13 é apresentado o Gráfico de Gantt, sendo as barras em azul o tempo planejado e as barras em vermelho, o tempo realizado.

Figura 13 Gráfico de Gantt

Atividades	07/ago	22/ago	06/set	21/set	06/out	21/out	05/nov	20/nov	29/nov
Formulação do Projeto	Planejado								
Projeção do circuito	Realizado	Planejado							
Projeção da estrutura		Realizado	Planejado						
Estimativa de custo do projeto		Realizado							
Compra de materiais				Planejado	Realizado				
Montagem do equipamento						Planejado	Realizado	Planejado	Realizado
Montagem estrutura							Planejado	Realizado	Planejado
Montagem parte eletrônica							Realizado	Planejado	Realizado
Testes do projeto								Planejado	Realizado
Testes de funcionamento								Realizado	Planejado
Testes adicionais									Planejado
Apresentação do projeto									Realizado

Fonte: Autores (2021)

## 6.2 Atribuições

Formulação do projeto: Edson e Giovane

Projeção circuito: Edson e Giovane

Projeção estrutura: Edson

Estimativa de tempo e custo: Edson e Giovane

Compra de materiais: Edson e Giovane

Montagem da estrutura: Edson

Montagem parte eletrônica: Giovane

Testes de funcionamento: Edson e Giovane

Testes adicionais: Edson e Giovane

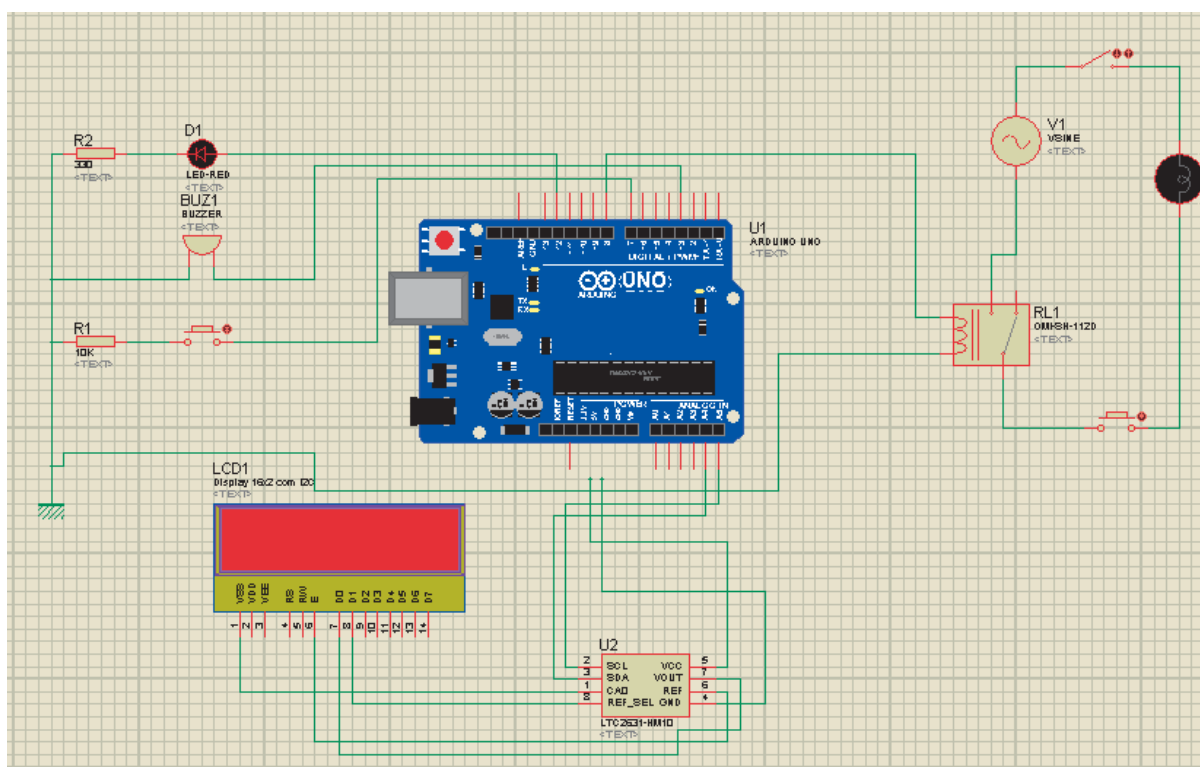
Escrita do trabalho: Giovane

Apresentação: Edson e Giovane

### 6.3 Circuito eletrônico

O pino 12 do Arduino foi configurado como saída e é responsável por acionar o Led indicador de funcionamento, o pino 7 foi configurado como entrada para o *pushbutton*. O *Buzzer* foi colocado no pino 3, que também foi configurado como saída, e o *display*, que foi colocado com uma placa I2C, que serve para facilitar a utilização do *display* em conjunto com o arduíno, foi configurado nas saídas analógicas A4 e A5 do arduíno. Foi também adicionado o relé na porta 8, configurada como saída, para poder controlar o acionamento da lâmpada.

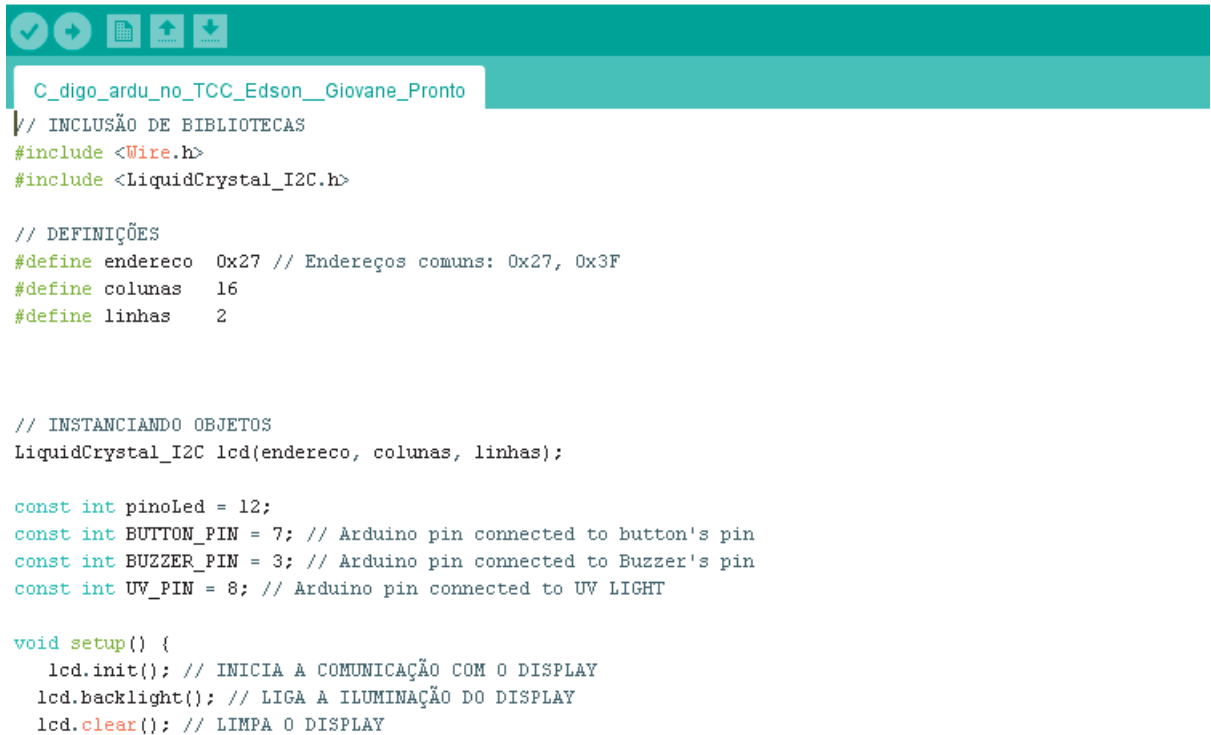
Figura 14: Circuito eletrônico



Fonte: Autores (2021)

## 6.4 Código arduíno

A primeira parte do código consiste em configurar os pinos, incluir as bibliotecas e definir as variáveis do projeto.



```
C_digo_ardu_no_TCC_Edson_Giovane_Pronto
// INCLUSÃO DE BIBLIOTECAS
#include <Wire.h>
#include <LiquidCrystal_I2C.h>

// DEFINIÇÕES
#define endereco 0x27 // Endereços comuns: 0x27, 0x3F
#define colunas 16
#define linhas 2

// INSTANCIANDO OBJETOS
LiquidCrystal_I2C lcd(endereco, colunas, linhas);

const int pinoLed = 12;
const int BUTTON_PIN = 7; // Arduino pin connected to button's pin
const int BUZZER_PIN = 3; // Arduino pin connected to Buzzer's pin
const int UV_PIN = 8; // Arduino pin connected to UV LIGHT

void setup() {
  lcd.init(); // INICIA A COMUNICAÇÃO COM O DISPLAY
  lcd.backlight(); // LIGA A ILUMINAÇÃO DO DISPLAY
  lcd.clear(); // LIMPA O DISPLAY
```

A função principal é responsável pela execução do funcionamento do equipamento, aqui é definido o tempo de desinfecção

```

lcd.print("Pronto para uso");
delay(200); // DELAY DE 5 SEGUNDOS
lcd.setCursor(0, 1); // POSICIONA O CURSOR NA PRIMEIRA COLUNA DA LINHA 2
lcd.print("pressione start");
delay(5000); // DELAY DE 5 SEGUNDOS

Serial.begin(9600); // initialize serial
pinMode(BUTTON_PIN, INPUT_PULLUP); // set arduino pin to input pull-up mode
pinMode(BUZZER_PIN, OUTPUT); // set arduino pin to output mode
pinMode(UV_PIN, OUTPUT);
pinMode (pinoLed, OUTPUT);
}

void uvLamp()
{
  lcd.clear();
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Em operacao...");
  digitalWrite(pinoLed, HIGH);
  lcd.setCursor(3, 1);
  lcd.print("8 minutos");
  digitalWrite(UV_PIN, HIGH); // turn on UV LAMP
  delay(60000);
  lcd.setCursor(0, 0);

  lcd.print("Em operacao...");
  lcd.setCursor(3, 1);
  lcd.print("7 minutos");
  delay(60000);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Em operacao...");
  lcd.setCursor(3, 1);
  lcd.print("6 minutos");
  delay(60000);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Em operacao...");
  lcd.setCursor(3, 1);
  lcd.print("5 minutos");
  delay(60000);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Em operacao...");
  lcd.setCursor(3, 1);
  lcd.print("4 minutos");
  delay(60000);
  lcd.setCursor(0, 0);
  lcd.print("Em operacao...");
  lcd.setCursor(3, 1);
  lcd.print("3 minutos");
}

```

```

delay(60000);
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Em operacao...");
lcd.setCursor(3, 1);
lcd.print("2 minutos");
delay(60000);
  lcd.clear();
lcd.setCursor(0, 0);
lcd.print("Em operacao...");
lcd.setCursor(3, 1);
lcd.print("1 minuto");
delay(60000);
digitalWrite(UV_PIN, LOW); // turn off UV LAMP
digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH); // turn on BUZZER
delay(3000);
digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW); // turn off BUZZER
lcd.clear();
delay(1000);
lcd.setCursor(2, 0);
lcd.print("Fim de ciclo");
digitalWrite(pinoLed, LOW);
delay(5000);
lcd.clear();
  lcd.print("Pronto para uso");

```

Aqui é definido o loop, para que o processo volte ao início.

```

delay(200); // DELAY DE 5 SEGUNDOS
lcd.setCursor(0, 1); // POSICIONA O CURSOR NA PRIMEIRA COLUNA DA LINHA 2
lcd.print("Pressione start");
delay(5000); // DELAY DE 5 SEGUNDOS
}

void loop() {
  int buttonState = digitalRead(BUTTON_PIN); // read new state

  if (buttonState == LOW) {
    Serial.println("The button is being pressed");
    // digitalWrite(BUZZER_PIN, HIGH); // turn on BUZZER
    uvLamp();
  }
  else
  if (buttonState == HIGH) {
    Serial.println("The button is unpressed");
    digitalWrite(BUZZER_PIN, LOW); // turn off BUZZER
    digitalWrite(UV_PIN, LOW); // turn off UV LAMP
    digitalWrite(pinoLed, LOW);
  }
}
}

```

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Obeve-se sucesso na montagem do equipamento de desinfecção, com a utilização de duas lâmpadas nas laterais ao invés de uma em cima e outra em baixo, que seria a ideia original.

Figura 15: Máscara entre duas lâmpadas

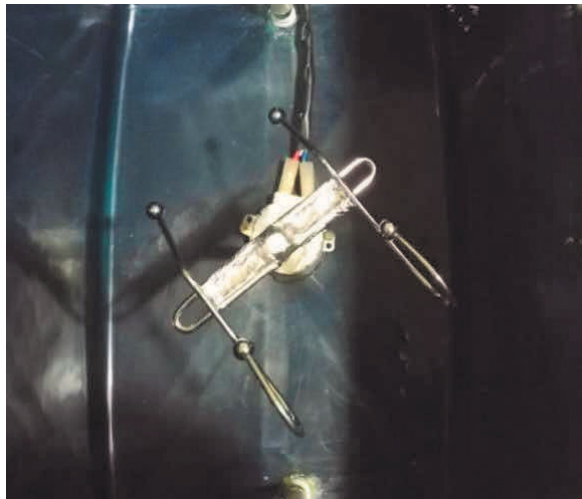


Fonte: Autores (2021)

Como suporte para a máscara, optou-se pela utilização de uma armação metálica no centro, presa a uma haste fixada em um motor síncrono de baixa rotação, diferente da base de acrílico que ficaria ao centro, pois o acrílico barra a radiação UV-C.



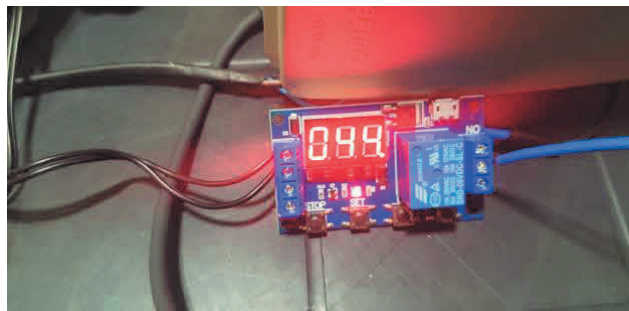
Figura 16: Armação metálica



Fonte: Autores (2021)

Originalmente, o circuito eletrônico era composto apenas por um temporizador, porém, com o objetivo de aumentar os recursos do equipamento e facilitar sua utilização, optou-se por substituir o temporizador por um *Arduino* e um *Display*, permitindo a apresentação de mensagens e a contagem do tempo de operação do equipamento.

Figura 17: Ideia inicial de contador



Fonte: Autores (2021)

Figura 18: Ideia final do *display*

Fonte: Autores (2021)

Outra modificação adotada em relação a ideia original foi em relação ao tipo de material da caixa do equipamento, a princípio a caixa seria de isopor, porém, optou-se por uma caixa térmica de 34L, por ser mais resistente e de fácil limpeza.

Figura 19: Ideia inicial da caixa de isopor



Fonte: Autores (2021)

Figura 20: Ideia final da caixa térmica



Fonte: Autores (2021)

O equipamento foi montado de modo que permita a desinfecção de máscaras N95 de forma rápida, trazendo resultados satisfatórios.

Para comprovar a eficácia da luz UV-C na desinfecção das máscaras, utilizou-se como base informações contidas em artigos científicos que demonstraram a eficácia da radiação UV-C na eliminação de microrganismos.

No trabalho apresentado por Benevides *et al.* (2020), foram utilizados alguns microrganismos para realizar o teste de eficácia, entre eles, a *Candida albicans* e a *Klebsiella pneumoniaea*, que se apresentam respectivamente como as espécies com menor e maior susceptibilidade a radiação ultravioleta. No semeio de controle, sem a incidência do UV-C, as máscaras apresentaram crescimento no número de microrganismos. Com uma potência de 20W e tempo de exposição de 10 segundos, já é possível atingir uma dose de 300 J/m<sup>2</sup>, o que é suficiente para inativar os microrganismos utilizados, já que eles apresentam dose de inativação entre 10 e 200 J/m<sup>2</sup>. No semeio no meio de cultura líquido RPMI, após a exposição ao UV-C, não foi observado crescimento microbiano. Nos testes com *Staphylococcus aureus*, também não foi observado o crescimento de colônias após a máscara passar pela cabine de desinfecção.

De acordo com Pessoa *et al.* (2021), a dose de radiação UV-C necessária para a eliminação de 90% do vírus SARS-CoV-2 é de 1 J/cm<sup>2</sup>.

O equipamento apresentado nesse trabalho, utiliza duas lâmpadas de 8W, uma em cada lado da caixa, o que resulta em uma dose maior que 1 J/cm<sup>2</sup> de radiação UV-C em toda a área da máscara, desde que ela esteja bem aberta e esticada, dose alta o suficiente para a desinfecção do EPI (Equipamento de segurança individual).

Figura 21: Equipamento finalizado



Autores (2021)

## 8. CONCLUSÃO

Conclui-se que a produção do equipamento apresentado neste trabalho foi um sucesso, pois funcionou da forma como foi planejado e conseguiu atingir as expectativas iniciais, de emitir a radiação UV-C através de suas duas lâmpadas, controladas através do Arduino e em sincronia com o motor de rotação lenta e as mensagens do *display*.

Quanto a sua eficácia de desinfecção das máscaras, pode-se concluir que o equipamento atinge a radiação necessária para eliminação de microrganismos, principalmente o vírus SARS-CoV-2, pois emite uma dose de radiação semelhante a

utilizadas em outros equipamentos já desenvolvidos e cuja eficácia já foram comprovadas e descritas em artigos científicos.

## REFERÊNCIAS

BAGNATO, Vanderlei S. Especialista da USP esclarece sobre uso de luz ultravioleta como medida auxiliar na prevenção da Covid-19. Centro de vigilância sanitária.

Disponível em:

[http://www.cvs.saude.sp.gov.br/ler.asp?nt\\_codigo=4144&nt\\_tipo=0&te\\_codigo=17](http://www.cvs.saude.sp.gov.br/ler.asp?nt_codigo=4144&nt_tipo=0&te_codigo=17).

Acessado em 08 out. 2021

BENEDETTI, Rubén. ¿Descontaminar y reutilizar un EPPdescartable? Las mascarillas N95 en tiempos de pandemia. UNR, [s. l.], 1 jul. 2020. Disponível em: <http://rephip.unr.edu.ar/bitstream/handle/2133/18085/Esterilizar%20y%20reutilizar%20un%20EPP%20descartable1.pdf?sequence=3&isAllowed=y>. Acessado em 08 out. 2021

BALOGH, Tatiana Santana *et al.* Proteção à radiação ultravioleta: recursos disponíveis na atualidade em fotoproteção. Anais Brasileiros de Dermatologia [online]. 2011, v. 86, n. 4, pp. 732-742. Disponível em:

<https://doi.org/10.1590/S0365-05962011000400016>. Acesso em: 24 out. 2021

BENEVIDES, Clayton A. *et al.* Desenvolvimento e avaliação de cabine de radiação ultravioleta para desinfecção de máscaras hospitalares descartáveis, durante a pandemia da COVID-19. 2020. Disponível em:

<http://uvclean.tec.br/download/artigo.pdf>. Acesso em 28 ago. 2021

DA SILVA, Domiciano Correa Marques. Radiação ultravioleta (uv). **Mundo Educação** 2021. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/radiacao-ultravioleta-uv.htm>. Acesso em: 18 out. 21

DE SOUZA, Susana Oliveira *et al.* DESENVOLVIMENTO DE CABINE DE LUZ UVC PARA DESINFECÇÃO DE MÁSCARAS MÉDICAS N95. Revista Interdisciplinar de Pesquisa e Inovação, v. 7, n. 2, p. 17-30. 2020.

GALZO, Wesley; ROCHA, Lucas. Máscaras N95: entenda o que é, como usar, higienizar e fazer rodízio entre elas. **CNN** 09 abr. 2021. Disponível em:

<https://www.cnnbrasil.com.br/saude/mascaras-n95-pff2-o-que-e-como-usar-higienizar-e-fazer-rodizio-entre-elas/>. Acesso em: 28 ago. 2021.

LIMA, Cláudia. Conheça os bastidores da operação de guerra da 3M para produzir máscaras N95, que protegem profissionais de saúde da Covid-19. **Future Health** 10 nov. 2020. Disponível em: <https://futurehealth.cc/3m-produzir-mascaras-n95-covid-19/>. Acesso em: 29 ago. 2021.

MARTINS, Perla G. A radiação ultravioleta e o organismo humano. **CK** 28 jan. 2010. Disponível em: <http://www.ck.com.br/a-radiacao-ultravioleta-e-o-organismo-humano> Acesso em: 24 out. 2021.

NÚCLEO DE TELESSAÚDE RIO GRANDE DO SUL, Quais as diretrizes básicas de esterilização e desinfecção de artigos clínicos e médico-hospitalares? **BVS** 17 dez.

2008. Disponível em: <https://aps.bvs.br/aps/quais-as-diretrizes-basicas-de-esterilizacao-e-desinfeccao-de-artigos-clinicos-e-medico-hospitalares/> Acesso em: 29 ago. 2021.

PESSÔA, M. A. S. et al. A Física de um Desinfector com Radiação UV–C. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 43, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1806-9126-RBEF-2021-0217> Acesso em: 24 out. 2021.