



ESCOLA SENAI DE VALINHOS
CURSO TÉCNICO DE ELETROELETRÔNICA

Daniel Bezerra de Oliveira
João Paulo Fernandes Mota
Natan Rodrigues
Pedro Felipe Stoppa
Vinícius Henrique de Oliveira Neves
Willian Bueno

PROJETO SEGURANÇA PARA MÁQUINAS INDUSTRIAIS

VALINHOS-SP
2020



Daniel Bezerra de Oliveira
João Paulo Fernandes Mota
Natan Rodrigues
Pedro Felipe Stoppa
Vinícius Henrique de Oliveira Neves
Willian Bueno

PROJETO SEGURANÇA PARA MÁQUINAS INDUSTRIAIS

Projeto Eletroeletrônico apresentado à
Escola SENAI de Valinhos – Curso
Técnico de Eletroeletrônica na Disciplina
Projetos.

Orientador (es):

Claudio Henrique Faustino

Professores Auxiliares:

Alexandre Vendemiatti

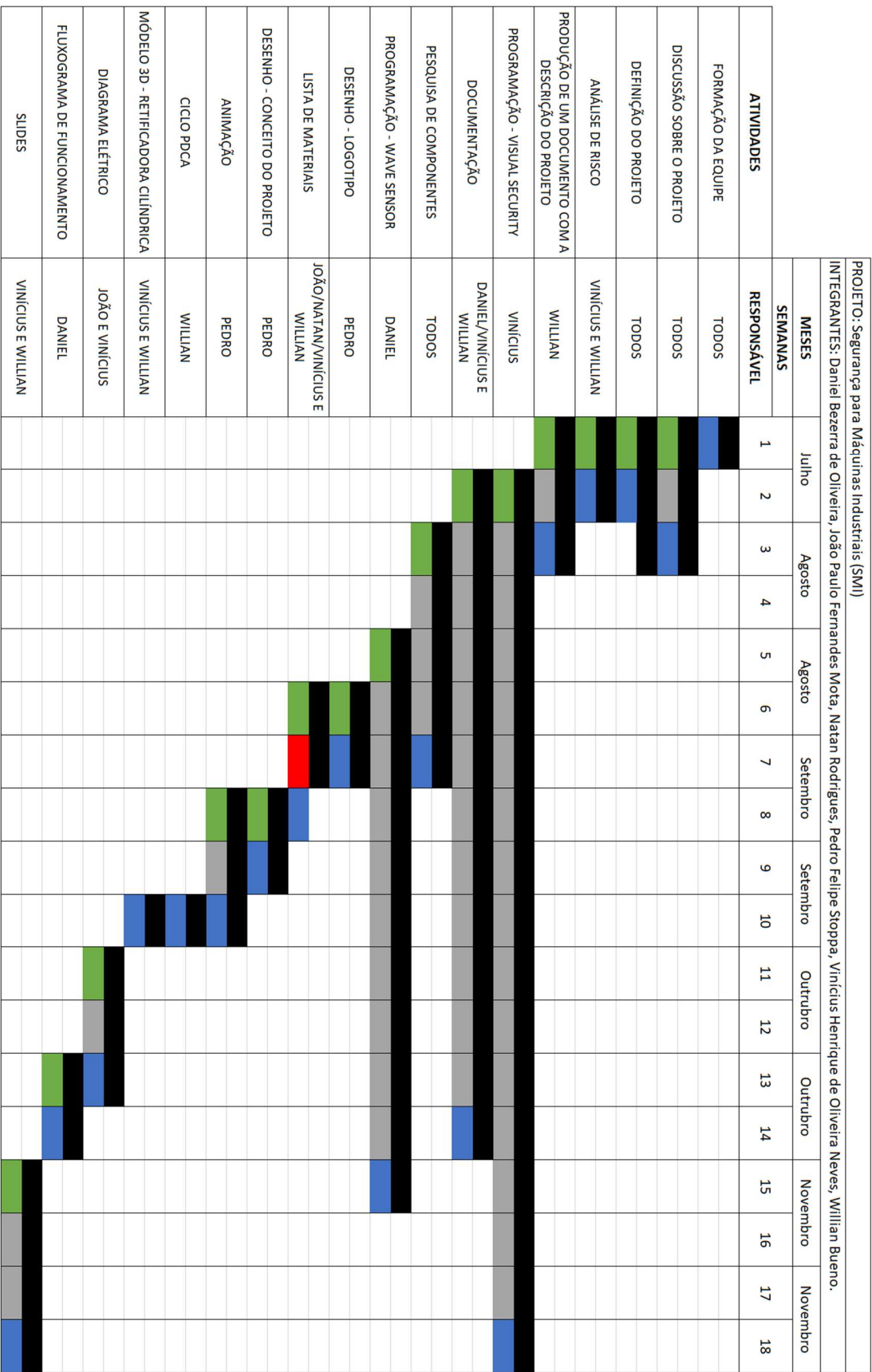
Jose Luiz Trinchinato

Fernando Pompeo da Silva

VALINHOS-SP

2020

CRONOGRAMA DE PLANEJAMENTO - SEGURANÇA PARA MÁQUINAS INDUSTRIAIS (SMI)



PLANEJADO
ATRASSO
INÍCIO
EM EXECUÇÃO
TÉRMINO

Documento:	Formação da equipe
Versão:	3.0
Criado em:	27/08/2020
Última alteração realizada em:	03/12/2020

Fonte: autoria própria

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso contou com a ajuda de diversas pessoas, dentre as quais agradecemos:

Aos nossos professores do curso Técnico de Eletroeletrônica que nos proporcionaram conhecimento e apoiaram durante todo o trajeto percorrido até este momento.

Aos nossos colegas que nos incentivaram a seguir em frente.

Aos nossos amigos que estiveram presentes durante os momentos de dificuldades e desafios.

Enfim, agradecemos a todas essas pessoas que fizeram parte dessa etapa decisiva em nossas vidas.



“A persistência é o caminho do êxito”.

(Charles Chaplin)

RESUMO

As indústrias são um local de trabalho onde muitas coisas ocorrem ao mesmo tempo, nesse sentido tudo precisa ser feito da maneira correta para que o processo de produção não seja interrompido. Mas em certas ocasiões, erros simples podem ocorrer por conta da falta de atenção do funcionário ou até mesmo por falta de equipamentos de EPI por parte da empresa. Nesse contexto, nosso projeto se resume em uma procura de medidas de segurança e proteção nas máquinas industriais para que certos acidentes sejam evitados, utilizando-se de um microcontrolador (Arduino UNO), webcam, sensor ultrassônico, sinalizador LED e softwares como o Protheus, Tinkercad, IDE Arduino, Visual Studio Code e IDLE Python 3.8. Com a utilização desses componentes e softwares, criamos duas medidas de segurança que foram feitas tendo em vista acidentes como mutilações e traumas oculares. Na primeira medida de segurança denominada Wave Sensor, caso um funcionário aproxime um membro de seu corpo ou ferramenta no interior da máquina a proteção entrará em funcionamento através do acionamento do sensor ultrassônico que interromperá o processo do equipamento. E no Visual Security (segunda medida de segurança criada), caso o operador não estiver utilizando os óculos de segurança a máquina não poderá iniciar o seu processo, e em uma situação em que o óculos de proteção seja retirado, a máquina irá ter o seu processo interrompido.

ABSTRACT

Industries are a place of work where many things happen at the same time, in this sense everything needs to be done in the right way so that the production process is not interrupted. But on certain occasions, simple mistakes can occur due to the employee's lack of attention or even the company's lack of PPE equipment. In this context, our project is summed up in a search for safety and protection measures in industrial machines so that certain accidents are avoided, using a microcontroller (Arduino UNO), webcam, ultrasonic sensor, LED indicator and software such as Protheus, Tinkercad, IDE Arduino, Visual Studio Code and IDLE Python 3.8. With the use of these components and software, we created two safety measures that were made with a view to accidents such as mutilation and eye trauma. In the first safety measure called Wave Sensor, if an employee approaches a member of his body or tool inside the machine, the protection will come into operation through the activation of the ultrasonic sensor that interrupts the equipment process. And in Visual Security (second safety measure created), if the operator is not wearing safety glasses, the machine cannot start its process, and in a situation where the safety glasses are removed, the machine will have its process interrupted.



LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SMI	Segurança para Máquinas Industriais
EPI	Equipamento de Proteção Individual
PDCA	Plan Do Check Act (Planejar Fazer Checar Agir)
IDLE	Ambiente de desenvolvimento integrado para Python
IDE	Ambiente de desenvolvimento integrado
USB	Porta Serial Universal

LISTA DE FIGURAS

- Figura 01 – Casos de acidentes no trabalho no ano de 2017 - Brasil
- Figura 02 – Agentes causadores de acidentes oculares – Brasil (2017)
- Figura 03 – Agentes causadores de acidentes na mão e antebraço – Brasil
- Figura 04 – Conceito de funcionamento do SMI – Wave Sensor
- Figura 05 – Conceito de funcionamento do SMI - Visual Security
- Figura 06 – Iluminação adequada SMI - Visual Security
- Figura 07 – Iluminação não adequada SMI - Visual Security
- Figura 08 – Ícone do software SMI - Visual Security
- Figura 09 – Interface do usuário SMI – Visual Security
- Figura 10 – Configuração da porta USB - Visual Security
- Figura 11 – Escolha da porta USB - Visual Security
- Figura 12 – Configuração SMI - Visual Security
- Figura 13 – Configuração de cor SMI - Visual Security
- Figura 14 – Exemplo de configuração SMI - Visual Security
- Figura 15 – Definição dos valores de cor SMI - Visual Security
- Figura 16 – Botões para sair do sistema SMI - Visual Security
- Figura 17 – Botão para iniciar o sistema SMI - Visual Security
- Figura 18 – Alerta de protocolo de segurança SMI - Visual Security
- Figura 19 – Pasta com fotos de funcionários sem EPI
- Figura 20 – Nome das fotos do funcionário sem EPI
- Figura 21 – Logotipo do projeto
- Figura 22 – Fluxograma de funcionamento
- Figura 23 – Diagrama multifilar
- Figura 24 – Vista de cima da máquina
- Figura 25 – Máquina e painel de energia
- Figura 26 – Vista frontal da máquina I
- Figura 27 – Vista frontal da máquina II
- Figura 28 – Wave Sensor instalado na máquina
- Figura 29 – Visual Security instalado na máquina
- Figura 30 – Painel da máquina
- Figura 31 – Painel Ligado

LISTA DE TABELAS

- Tabela 01 – Características do projeto SMI – Ultrassônico
- Tabela 02 – Teste de unidade SMI – Ultrassônico
- Tabela 03 – Teste de sistema SMI – Ultrassônico
- Tabela 04 – Softwares de testes SMI – Ultrassônico
- Tabela 05 – Teste de distância SMI – Ultrassônico
- Tabela 06 – Características do projeto SMI – Visual Security
- Tabela 07 – Teste de unidade SMI – Visual Security
- Tabela 08 – Teste de sistema SMI – Visual Security
- Tabela 09 – Funcionamento do SMI – Visual Security
- Tabela 10 – Softwares de testes SMI – Visual Security
- Tabela 11 – Funcionamento do SMI – Visual Security
- Tabela 12 – Teste de distância SMI – Visual Security
- Tabela 13 – Análise de riscos
- Tabela 14 – Ciclo PDCA
- Tabela 15 – Lista de materiais
- Tabela 16 – Formação de equipe

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos gerais	12
1.2 Objetivos específicos	13
1.3 Justificativa	13
2 DESENVOLVIMENTO	15
2.1 SMI – Wave Sensor	15
2.1.1 <i>Programação SMI – Wave Sensor.....</i>	16
2.1.2 <i>Plano de teste SMI – Wave Sensor.....</i>	17
2.2 SMI – Visual Security	19
2.2.1 <i>Programação SMI – Visual Security</i>	20
2.2.2 <i>Plano de teste SMI – Visual Security.....</i>	20
2.2.3 <i>Manual de usuário.....</i>	25
2.3 Onde o projeto desenvolvido pode ser instalado.....	32
2.4 Norma Regulamentadora 12 e sua importância.....	32
2.5 Tabelas.....	33
2.6 Ilustrações	36
2.7 Modelagem 3D.....	39
3. CONCLUSÃO.....	42
4. REFERÊNCIAS.....	43

1 INTRODUÇÃO

Infelizmente a ocorrência de acidentes no trabalho é algo que acontece diariamente. De acordo com os dados coletados pelo Ministério do Trabalho e Previdência Social, desde 2010 o número de casos de acidentes no trabalho passou a ser de 700 mil anualmente, dos quais 0,5% desse total foram óbitos recorrentes a atividades realizadas no trabalho e 35% afastamentos por mais de 15 dias. Com esses dados, fica claro que a segurança no trabalho é um tópico de enorme importância, e o projeto SMI busca uma alternativa tecnológica e simples para solucionar ou pelo menos evitar esse problema.

1.1 Objetivo geral

Com o intuito de prevenir ou reduzir os acidentes dentro dos ambientes industriais, o projeto Segurança Para Máquinas Industriais (SMI) visa o desenvolvimento de dois sistemas de segurança que serão desenvolvidos pensando em uma possível aplicação para retífica cilíndrica presente no Senai Valinhos. Um dos sistemas foi denominado SMI – Visual Security, que será aplicado em máquinas em que o operador fica próximo (seja para controlar ou visualizar); para que seja possível operar apenas utilizando o EPI corretamente (especificamente os óculos de segurança). O outro projeto denominado de SMI – Wave Sensor, utiliza um sensor ultrassônico para que seja possível identificar se o operador inseriu uma parte de seu corpo ou uma ferramenta dentro da máquina, evitando assim dilacerações ou ferimentos graves e leves.

Analisando esses dados, se torna visível que a segurança no trabalho é um tópico de enorme importância, e o projeto Segurança para Máquinas Industriais (SMI) busca uma alternativa tecnológica e simples para solucionar ou pelo menos evitar esse problema.

1.2 Objetivos específicos

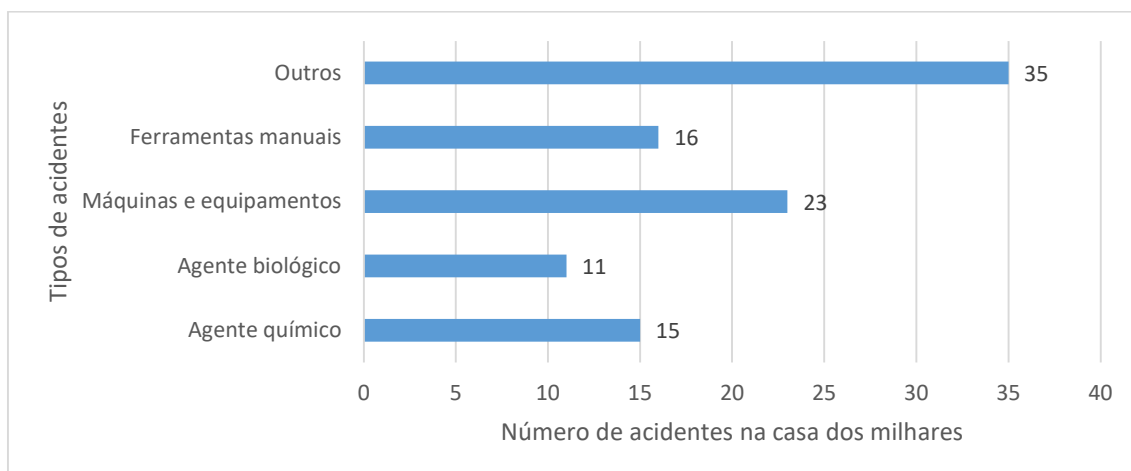
- A. Utilizar de conhecimentos adquiridos durante o curso de eletroeletrônica no Senai Valinhos;
- B. Realizar pesquisas e adquirir novos conhecimentos;
- C. Trabalhar com a plataforma Arduino;
- D. Desenvolver um protótipo;
- E. Realizar testes e experimentos;
- F. Validar o protótipo através dos testes e experimentos;
- G. Desenvolver uma interface gráfica;
- H. Sincronizar hardware e software que serão desenvolvidos;
- I. Buscar melhorias para o projeto.

1.3 Justificativa

A justificativa da criação do projeto está relacionada a uma requisição por parte do professor de mecânica que questionou ao grupo se era possível criar um sistema de segurança para uma máquina industrial (Retífica Cilíndrica) do Senai Valinhos. E a partir desse pedido e com o auxílio de pesquisas foi descoberto que 374 milhões de acidentes ocorrem anualmente e 2,78 milhões de mortes segundo a Organização Internacional do Trabalho.

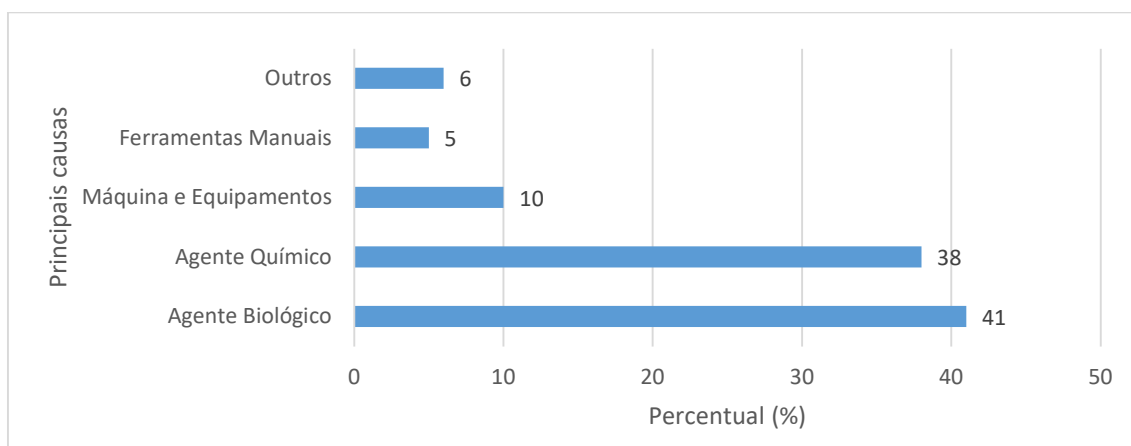
De acordo com estatísticas nos Estados Unidos, ocorrem cerca de 1 milhão de traumas oculares por ano relacionado indústrias. O Brasil, sendo o quarto país com os maiores números de acidentes de trabalho teve um gasto de 28,81 bilhões de reais em benefícios acidentários entre 2012 e 2018 e estima-se mais de 150 mil casos de acidentes oculares, relacionados a trabalhos industriais de acordo com o Conselho Brasileiro de Oftalmologia, e com base nesses dados o grupo surgiu com uma concepção que tinha como princípio encerrar o processo da máquina caso o operador/funcionário colocasse uma parte de seu corpo no interior da máquina em funcionamento. Além dessa ideia, foi também elaborado um sistema que identifica se o utilizador da máquina está utilizando algum EPI (especificamente o óculos de segurança).

Figura 01 – Casos de acidentes no trabalho no ano de 2017 - Brasil



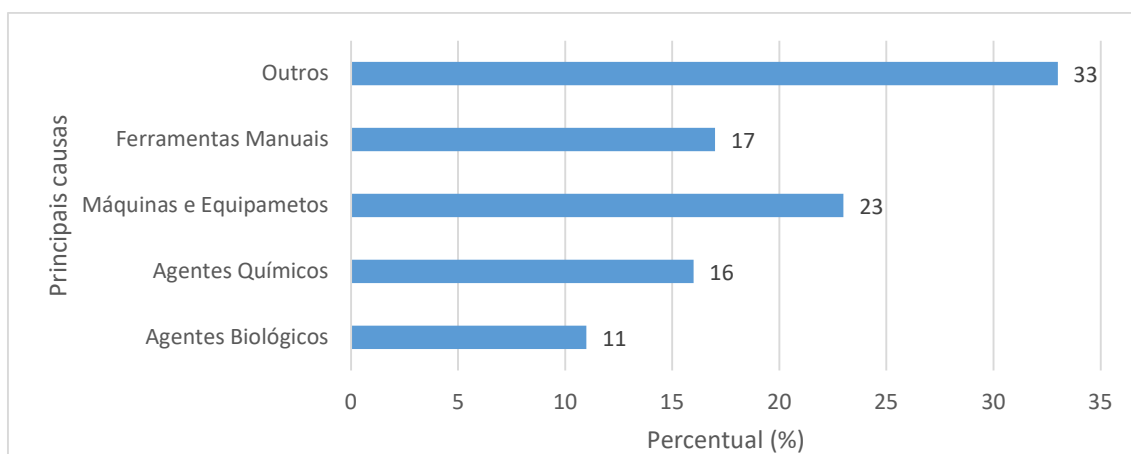
Fonte: Previdência social (2017)

Figura 02 – Agentes causadores de acidentes oculares – Brasil (2017)



Fonte: Ministério da Economia – Secretaria do Trabalho

Figura 03 – Agentes causadores de acidentes na mão e antebraço – Brasil (2017 a 2018)



Fonte: Ministério da Economia – Secretaria do Trabalho

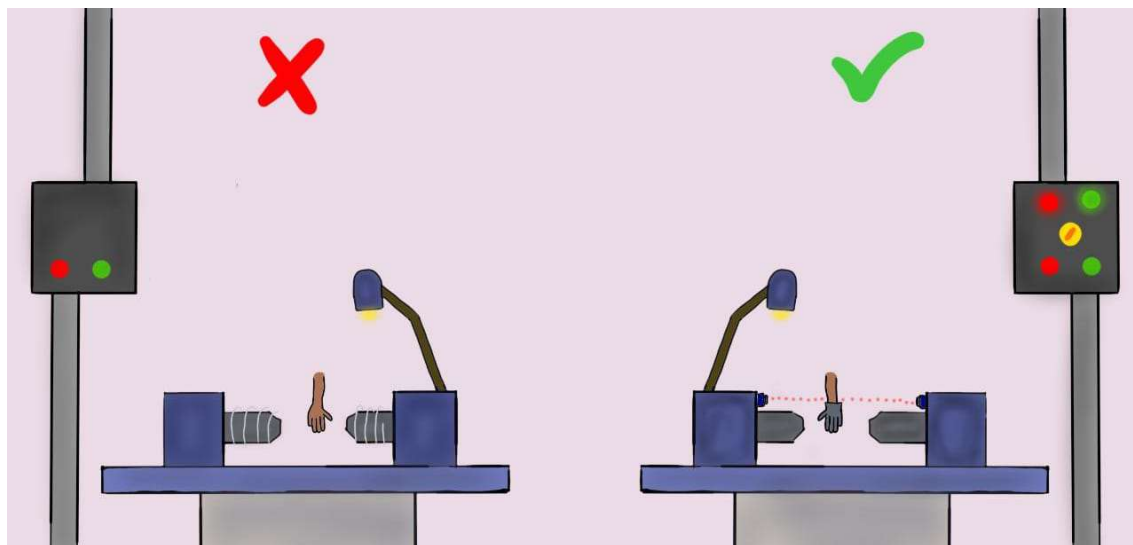
2 DESENVOLVIMENTO

Como comentado anteriormente, o projeto SMI busca solucionar os acidentes de trabalho relacionados a mutilações e traumas oculares, por esse motivo adotamos duas medidas para colaborar com a segurança no trabalho, a primeira sendo o SMI – Wave Sensor e a segunda o SMI – Visual Security.

2.1 SMI – Wave Sensor

A SMI – Wave Sensor se trata de um dispositivo que engloba o uso de um Arduino + Sensor ultrassônico. Desenvolvido na linguagem Arduino a sua função é emitir um sinal para a máquina na qual ele foi instalado. Assim, caso alguém coloque um membro do corpo (mão, dedos, braço, etc.) no interior da máquina e o sensor detectar, a máquina tem seu funcionamento interrompido, impedindo assim acidentes como: mutilações, cortes leves e profundos (dependendo da máquina em que foi instalado).

Figura 04 – Conceito de funcionamento do SMI – Wave Sensor



Fonte: autoria própria

2.1.1 Programação SMI – Wave Sensor

```
#include <Ultrasonic.h>

#define pino_trigger 4
#define pino_echo 5
int luz = 0;

Ultrasonic ultrasonic(pino_trigger, pino_echo);

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Lendo dados do sensor...");
  //alimentação do sensor de distancia
  [...]
  Serial.print("Distancia em cm: ");
  Serial.print(cmMsec);
  delay(0.1);
  [...]
```


2.1.2 Plano de Teste SMI – Wave Sensor

Sistema SMI – Wave Sensor

Versão 0.1.3

1.Introdução

1.1 Objetivos

Listar os requisitos que serão testados recomendando e descrevendo as estratégias a serem empregadas nesses testes, como também identificar os recursos necessários e os reforços de teste.

1.2 Sistema SMI – Wave Sensor

Este projeto tem como objetivo criar uma ferramenta capaz de identificar se durante o funcionamento da máquina industrial (nesse caso será a retificadora cilíndrica) o funcionário inseriu uma parte de seu corpo (mão, braço, dedo etc.) no interior da máquina. Para isso esta ferramenta irá utilizar o sensor ultrassônico na identificação de movimentação.

1.3 Identificação do Projeto

Tabela 01 – Características do projeto SMI – Wave Sensor

Documento	Criado ou Disponível		Recebido ou Revisado	
	Sim	Não	Sim	Não
Plano de Projeto				
Modelo de Projeto				
Protótipo				
Manual de Usuário				

Fonte: autoria própria

2. Técnicas do Teste

2.1 Teste de Unidade

Os testes de unidade possuem como objetivo avaliar isoladamente os sinais e todos os componentes do projeto, conexão ao Arduino, fonte e comunicação Sensor ultrassônico x Arduino.

Tabela 02 – Teste de unidade SMI – Wave Sensor

Objetivo:	Identificar falhas no funcionamento em qualquer parte do sistema funcionando isoladamente.
Técnica:	O teste de unidade utiliza de métodos dentro do próprio sistema para que se possa analisar cada parte isoladamente durante o funcionamento.
Crterios de Êxito:	O teste só poderá ser avaliado como funcional e com êxito caso consiga identificar todas as possibilidades em que o funcionário possa inserir uma parte de seu corpo (mão, braço, dedo etc.) dentro da máquina.
Considerações Especiais:	Não se aplica.

Fonte: autoria própria

2.2 Teste de Sistema

Os testes de sistema avaliarão ao todo o funcionamento e o desempenho, analisando em detalhes a segurança e eficiência do sistema, além da possível integração do software independente da variação de ambiente.

Tabela 03 – Teste de sistema SMI – Wave Sensor

Objetivo:	O usuário final (funcionário da máquina industrial) deve executar o sistema, varrendo as funcionalidades em busca de novas falhas.
Técnica:	Os testes serão executados em condições idênticas ou similares ao de ambiente de aula.
Crterios de Êxito:	O teste só poderá ser avaliado como funcional e com êxito caso consiga identificar todas as possibilidades em que o funcionário possa inserir uma parte de seu corpo (mão, braço, dedo etc.) dentro da máquina.
Considerações Especiais:	Não se aplica.

Fonte: autoria própria

3. Elementos de Softwares Básicos do Ambiente de Teste

Tabela 04 – Softwares de testes SMI – Wave Sensor

Nome do Elemento de Software	Versão	Outras Observações
IDE Arduino	3.8	Ambiente de desenvolvimento integrado

Fonte: autoria própria

4 Teste da Distância da Detecção

Tabela 05 – Teste de distância SMI – Wave Sensor

Especificação	Detecção do Óculos
Distância detectável	2cm --> 4m
Tempo de Delay	340ms
Precisão	3mm

Fonte: autoria própria

2.2 SMI – Visual Security

A SMI – Visual Security é um dispositivo de segurança que verifica se o usuário da máquina está utilizando o óculos de segurança, a função desse dispositivo é condicionar o uso correto do EPI, no caso especificamente o óculos de proteção, evitando assim a ocorrência de acidentes. Esse dispositivo funciona em conjunto a uma aplicação a qual foi desenvolvida a partir de uma programação feita em linguagem Python, que pode ser usada em um computador (dispositivo que usamos). Em conjunto, é utilizada uma câmera que identifica o uso do óculos pelo funcionário a partir da cor do EPI que poderá ser ajustada na programação por meio de uma interface disponível ao usuário.

Figura 05 – Conceito de funcionamento do SMI - Visual Security



Fonte: autoria própria

2.2.1 Programação SMI – Virtual Security

[...]

#Definição da Janela Principal

```
janela = Tk()  
janela.title("SMI-VisualSecurity")  
janela.geometry("700x500")  
janela.configure(background="#dde")  
janela.resizable(False, False)  
janela.iconbitmap("icon.ico")
```

#Definição das Imagens

```
photo1 = PhotoImage(file="Logos/start.png")  
photo2 = PhotoImage(file="Logos/stop.png")  
photo3 = PhotoImage(file="Logos/Segurança.png")  
[...]
```

2.2.2 Plano de teste SMI – Visual Security

Sistema SMI – Visual Security

Versão 0.1.7

OBS: Os resultados podem variar de acordo com a iluminação do local e velocidade da movimentação do usuário, por isso é recomendado uma boa e constante iluminação e fixação da câmera/webcam em um local com baixa vibração.

1. Introdução

1.1 Objetivos

Listar os requisitos que serão testados recomendando e descrevendo as estratégias a serem empregadas nesses testes, como também identificar os recursos necessários e os reforços de teste.

1.2 Sistema SMI – Visual Security

Este projeto tem como objetivo criar uma ferramenta capaz de identificar se o funcionário em uma indústria está utilizando o óculos de proteção individual para sua segurança. Para isso esta ferramenta irá utilizar da visão computacional na identificação de cores para o seu funcionamento.

1.3 Identificação do Projeto

Tabela 06 – Características do projeto SMI – Visual Security

Documento	Criado ou Disponível		Recebido ou Revisado	
	Sim	Não	Sim	Não
Plano de Projeto				
Modelo de Projeto				
Protótipo				
Manual de Usuário				

Fonte: própria autoria

2. Técnicas do Teste

2.1 Teste de Unidade

Os testes de unidade possuem como objetivo avaliar isoladamente a interface gráfica, e todos os componentes do projeto, como botões e janelas.

Tabela 07 – Teste de unidade SMI – Visual Security

Objetivo:	Identificar falhas no funcionamento em qualquer parte do sistema funcionando isoladamente.
Técnica:	O teste de unidade utiliza de métodos dentro do próprio sistema para que se possa analisar cada parte isoladamente durante o funcionamento.
Crterios de Êxito:	O teste só poderá ser avaliado como funcional e com êxito caso consiga identificar todas as possibilidades do uso do EPI e que são permitidas ou não.
Considerações Especiais:	Não se aplica

Fonte: própria autoria

2.2 Teste de Sistema

Os testes de sistema avaliarão ao todo o funcionamento e o desempenho, analisando em detalhes a segurança e eficiência do sistema, além da possível integração do software independente da variação de ambiente.

Tabela 08 – Teste de sistema SMI – Visual Security

Objetivo:	O usuário final (funcionário da máquina industrial) deve executar o sistema, varrendo as funcionalidades em busca de novas falhas.
Técnica:	Os testes serão executados em condições idênticas ou similares ao de ambiente de aula.
Crítérios de Êxito:	O teste só poderá ser avaliado como funcional e com êxito caso consiga identificar todas as possibilidades do uso do EPI e que são permitidas ou não.
Considerações Especiais:	Não se aplica

Fonte: própria autoria

2.3 Teste de Interface do Usuário

O Teste de Interface do Usuário serve para verificar a interação do usuário com o software. O teste de Interface de Usuário deve assegurar que o usuário possua acesso e controle adequados do software.

Tabela 09 – Funcionamento do SMI – Visual Security

Objetivo:	Verificar se a interface o usuário está adequado de acordo com os requisitos e funções de negócios incluindo a navegação e uso de métodos de acesso.
Técnica:	Acesse cada tela, botão, aba e janela do software.
Ferramentas necessárias:	* Sistema funcionando * Computador * Monitor

Fonte: própria autoria

3. Elementos de Software Básicos do Ambiente de Teste

Tabela 10 – Softwares de testes SMI – Visual Security

Nome do Elemento de Software	Versão	Outras Observações
Windows	10	Sistema Operacional 64 bits

Fonte: própria autoria

4. Realização dos testes

4.1 Teste de Detecção do Rosto e do Óculos

Tabela 11 – Funcionamento do SMI – Visual Security

Especificação	Óculos (EPI) Detectado		Rosto Detectado	
	Sim	Não	Sim	Não
Luz ambiente (residencial)				
Luz adicional (lanterna de celular)				
1 Pessoa utilizando o óculos (EPI)				
1 Pessoa sem o óculos (EPI)				
Apenas o óculos (EPI)				

Fonte: própria autoria

4.2 Teste da Distância da Detecção do Rosto e do Óculos

OBS: Os resultados podem variar de acordo com a iluminação do local e velocidade da movimentação do usuário, por isso é recomendado uma boa e constante iluminação e fixação da câmera/webcam em um local com baixa vibração.

Tabela 12 – Teste de distância SMI – Visual Security

Especificação	Detecção do Óculos	Detecção do Rosto
Distância sem iluminação adicional	42cm --> 85cm	47cm --> 118 cm
Distância com iluminação adicional	62cm --> 88cm	55cm --> 164cm
Velocidade de detecção	20ms	Não se aplica

Fonte: própria autoria

5. Recomendação de iluminação

5.1 Iluminação recomendada

Figura 06 – Iluminação adequada SMI - Visual Security



Fonte: própria autoria

5.2 Iluminação não recomendada

Figura 07 – Iluminação não adequada SMI - Visual Security



Fonte: própria autoria

2.2.3 Manual do usuário

O manual de usuário tem como objetivo auxiliar no entendimento do usuário durante a utilização do Projeto SMI_VISUAL. É importante a leitura, entendimento e estudo de cada passo que será mostrado logo abaixo:

Passo 1

Abra o Software SMI-VISUAL e espere carregar totalmente todas as dependências.

Figura 08 – Ícone do software SMI - Visual Security



Fonte: própria autoria

Figura 09 – Interface do usuário SMI – Visual Security

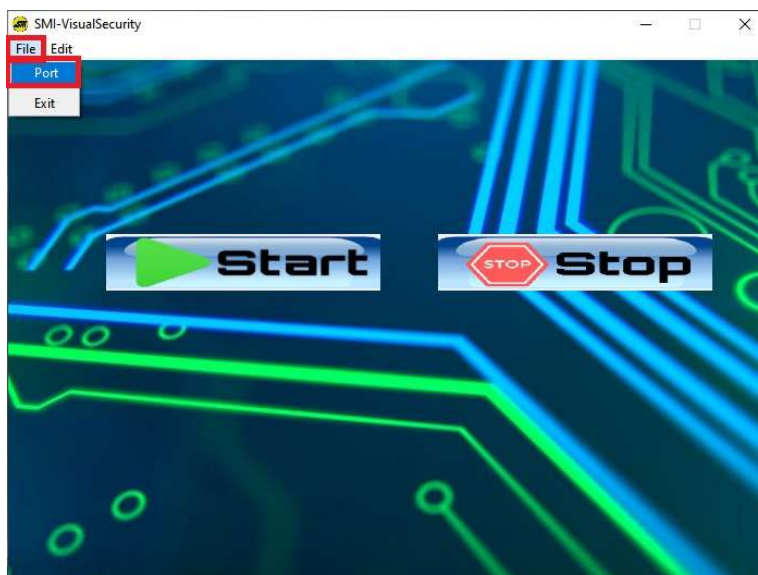


Fonte: própria autoria

Passo 2

Quando abrir o Software SMI-VISUAL na primeira vez entre no menu “File” e escolha a opção Port, após a nova janela abrir escolha a porta USB em que o Arduino foi Conectado.

Figura 10 – Configuração da porta USB - Visual Security



Fonte: própria autoria

Figura 11 – Escolha da porta USB - Visual Security

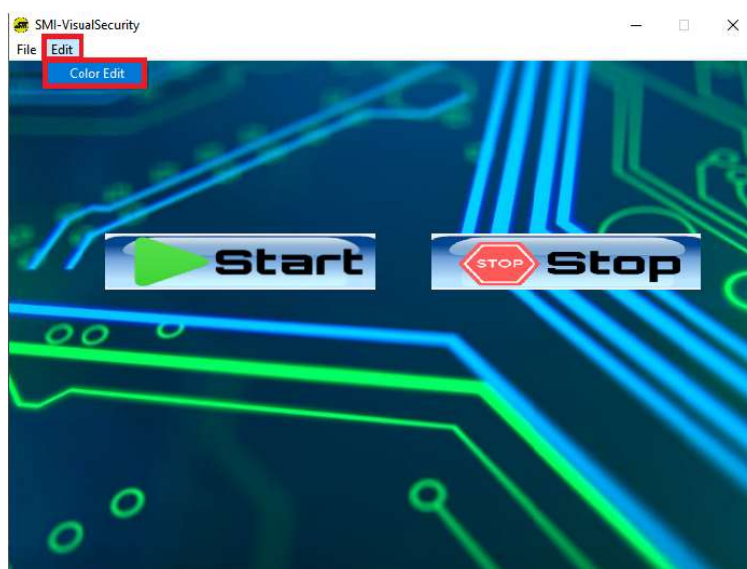


Fonte: própria autoria

Passo 3

Quando abrir o Software SMI-VISUAL na primeira vez entre no menu “Edit” e escolha a opção “Color Edit” para definir a cor do corpo do EPI que será utilizado.

Figura 12 – Configuração SMI - Visual Security

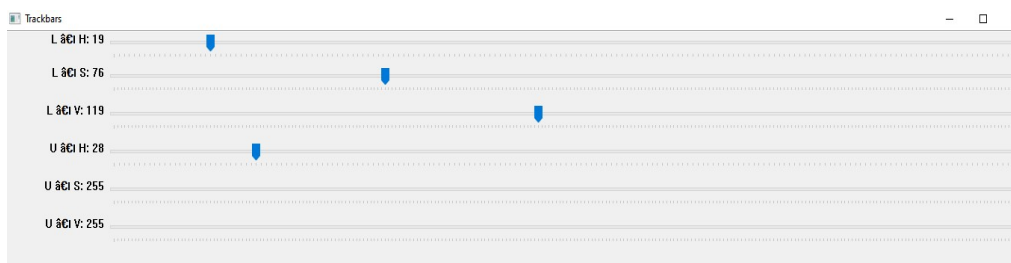


Fonte: própria autoria

Passo 4

Após clicar escolher a opção “Color Edit” em “Edit” no software SMI-VISUAL aparecerá duas telas para que possa ser realizado o ajuste. A primeira consiste nas trackbars que devem ser arrastadas até conseguir achar os melhores valores para a cor presente no corpo do EPI de acordo com a iluminação do local e distância entre o operador e a câmera.

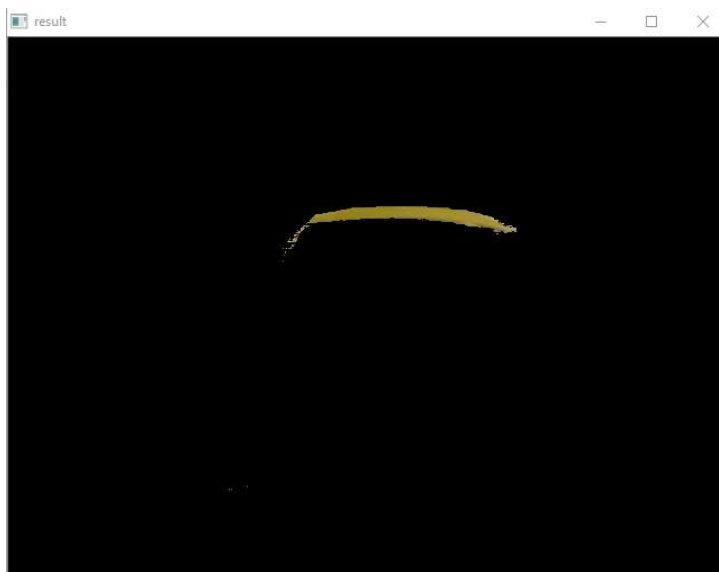
Figura 13 – Configuração de cor SMI - Visual Security



Fonte: própria autoria

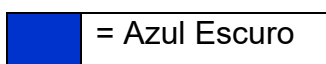
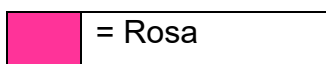
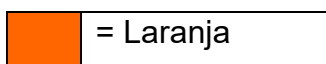
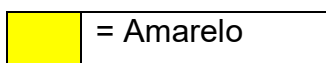
Exemplo do ajuste com o corpo dos óculos na cor amarelo na segunda tela que aparecerá após clicar na opção “Color Edit” em “Edit” no software SMI-VISUAL.

Figura 14 – Exemplo de configuração SMI - Visual Security



Fonte: própria autoria

As melhores cores para a detecção do EPI de acordo com os testes são:



Passo 5

Após encontrar os valores que serão utilizados na detecção do EPI aperte a tecla “Enter” e tela do editor de texto irá abrir. Dentro desse editor de texto troque os valores padrões pelos novos valores encontrados.

Figura 15 – Definição dos valores de cor SMI - Visual Security

```
[low_blue]
l_h = 23
l_s = 103
l_v = 136
```

```
[high_blue]
h_h = 32
h_s = 255
h_v = 255
```

Fonte: própria autoria

Passo 6

Após editar e salvar o editor de texto de acordo com os novos valores encontrados será necessário reiniciar o software SMI_VISUAL. A reinicialização pode ser feita clicando no Menu “File” e escolhendo a opção “Exit”, ou apertando o botão Stop.

Figura 16 – Botões para sair do sistema SMI - Visual Security



Fonte: própria autoria

Passo 7

Para começar a utilizar a máquina onde o software SMI_VISUAL foi instalado clique em Start e caso o software consiga detectar o EPI um relé será ativado, uma janela mostrando a visão da câmera será aberta e a máquina estará pronta para o seu funcionamento.

Figura 17 – Botão para iniciar o sistema SMI - Visual Security

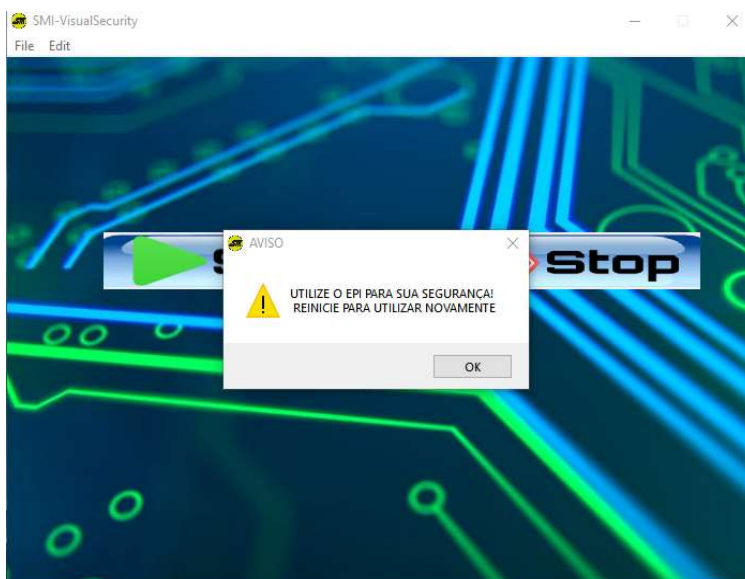


Fonte: própria autoria

Passo 8

Caso o funcionário esteja sem EPI uma mensagem de aviso irá aparecer relatando o ocorrido e alertando sobre a importância da utilização do EPI com a mensagem “UTILIZE O EPI PARA SUA SEGURANÇA”.

Figura 18 – Alerta de protocolo de segurança SMI - Visual Security



Fonte: própria autoria

Passo 9

O software SMI_VISUAL será encerrado e o relé desativado, então para que seja possível utilizar a máquina novamente será necessário reiniciar o software.

Passo 10

Na pasta o software SMI_Visual foi instalado há uma pasta nomeada de “Fotos”. Acessando a pasta “Fotos” será possível visualizar as fotos que foram tiradas quando um funcionário não utilizava o EPI.

Figura 19 – Pasta com fotos de funcionários sem EPI



Fonte: própria autoria

As fotos serão salvas na seguinte formatação:

Funcionário Sem EPI_ (Ano que a foto foi tirada) _ (Mês que a foto foi tirada) _ (Dia que a foto foi tirada) _ (Hora que a foto foi tirada) _ (Minuto em que a foto foi tirada) _ (Segundos em que a foto foi tirada).

Figura 20 – Nome das fotos do funcionário sem EPI



Fonte: própria autoria

2.3 Onde o projeto desenvolvido pode ser instalado?

A SMI foi inicialmente realizada com a retífica cilíndrica disponível no Senai de Valinhos em mente, mas conforme o projeto foi sendo desenvolvido e aperfeiçoado, sua implementação se tornou possível em qualquer máquina desde que o painel da mesma possua os seguintes componentes:

- Fonte 24v
- Contator
- Sinaleiro amarelo
- Botão amarelo
- Cabo USB AM/BM

2.4 Norma Regulamentadora 12 e sua importância

A Norma Regulamentadora 12 é de grande importância para as indústrias e para o projeto SMI, pois a mesma busca adotar medidas de proteção para o uso seguro de máquinas, equipamentos e preservação da vida do trabalhador. Dentre as medidas de segurança adotadas pela NR 12, as principais são:

1. Manutenção preventiva das máquinas;
2. Disponibilização de dispositivos de segurança e parada de emergência;
3. Implementação de dispositivos de segurança;
4. Medidas de proteção coletivas;
5. Medidas de proteção individual;
6. Medidas administrativas ou de organização do trabalho;
7. Avaliação de riscos.

Das medidas descritas acima, os tópicos 2, 3, 4 e 5 são medidas que o SMI pode abranger e contribuir para a segurança do funcionário.

ANÁLISE DE RISCOS DO PROJETO - SEGURANÇA PARA MÁQUINAS INDUSTRIAIS (SMI)

PROJETO: Segurança para Máquinas Industriais (SMI)

INTEGRANTES: Daniel Bezerra da Silva, João Paulo Fernandes Mota, Natan Rodrigues, Pedro Felipe Stoppa, Vinícius Henrique de Oliveira Neves, Willian

Bueno

Número	Descrição	Probabilidade	Impacto	Avaliação	Plano de Contingência
1	Vatiação Financeira	1	1	1	Buscar alternativas económicas
2	Desistência de integrantes do grupo de projeto	1	3	3	Redistribuir tarefas
3	Dificuldade de encontrar peças / componentes	1	3	3	Substituir por similar ou com mesma função
4	Erros na execução do projeto	2	2	4	Realizar testes, simulações e tentar corrigir os erros
5	Tempo na execução do projeto	3	3	9	Trabalhar em horários fora de aula
6	Disponibilidade / equipamentos no SENAI	3	2	6	Utilizar equipamentos externos
7	Descomprometimento dos integrantes	2	2	4	Estímulos através de elogios, etc
8	Integrantes sem atividades designadas	2	3	6	Checar com o grupo que atividades necessitam / precisam de um integrante a mais
9	Integrantes sobrecarregados com tarefas	2	2	4	Pedir ajuda aos outros integrantes do grupo
10	Dificuldades de montar o projeto	1	3	3	Pedir ajuda de professor / profissionais que entendam do assunto ou utilizar a internet
11	Dificuldade na programação	2	1	2	Estudar, ler documentação, foruns e procurar conhecimento em outras fontes

Probabilidade
Probabilidade do evento ocorrer: use números de 1 a 3.
1 - Menor Probabilidade
2 - Média Probabilidade
3 - Maior Probabilidade

Impacto
Impacto gerado ao projeto: use números de 1 a 3.
1 - Menor Impacto
2 - Médio Impacto
3 - Maior Impacto

Avaliação de Risco
A avaliação do evento é obtida multiplicando o valor da Probabilidade pelo valor do Impacto. Se o resultado for menor ou igual a 3, o risco é considerado baixo (verde), se o resultado for de 4 a 6, o risco é considerado médio (Amarelo), e se o resultado for de 7 a 9 é considerado alto (Vermelho).

Legenda das Cores
 Risco Baixo
 Risco Médio
 Risco Alto

2.5 Tabelas

Tabela 13 – Análise de riscos

Fonte: própria autoria

Tabela 14 – Ciclo PDCA

CICLO PDCA

Segurança para Máquinas Industriais - SMI

PLAN	<p>1. Definir planos: Organizar e distribuir atividades entre a equipe;</p> <p>2. Pesquisar soluções: Buscar recursos e alternativas diferentes que possam ajudar no desenvolvimento do projeto;</p> <p>3. Buscar ajuda: Tirar duvidas com o professor ou colegas de equipe;</p> <p>4. Organizar materiais: Baixar e instalar programas, planejar lista de materiais e pesquisar preços.</p>
DO	<p>5. Executar: Colocar todas as tarefas em prática, realizar testes, formatar documentos, praticar programação, ajudar os colegas de equipe, etc;</p> <p>6. Tirar duvidas: Ver video aulas, estudar assuntos que sejam de ajuda para o projeto e pesquisar.</p>
CHECK	<p>7. Validar as etapas de trabalho: Checar por erros de programação, formatação incorreta, informações incoerentes, atividades incompletas, etc.</p>
ACT	<p>8. Ser participativo: Participar das discussões em grupo, assistir as aulas online, dar novas ideias e soluções e agir corretamente (não ofender integrantes do grupo);</p> <p>9. Procurar melhorias: Ao longo do processo problemas podem surgir, dessa forma é necessário buscar por novas soluções.</p>

Fonte: própria autoria

LISTA DE MATERIAIS - SEGURANÇA PARA MÁQUINAS INDUSTRIAIS (SMI)

PROJETO: Segurança para Máquinas Industriais (SMI)							
INTEGRANTES: Daniel Bezerra de Oliveira, João Paulo Fernandes Mota, Natan Rodrigues, Pedro Felipe Stoppa, Vinícius Henrique de Oliveira							
Neves, Willian Bueno							
TIPO DE INSTALAÇÃO		NOVA					
		AMPLIAÇÃO		X			
		MANUTENÇÃO					
ITEM	QTDE	UNID	DESCRIÇÃO	FABRICANTE	CODIGO	VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
1	2	peça	Placa Uno R3+Cabo USB para arduino	Arduino	1AC01	R\$ 59,90	R\$ 119,80
2	1	peça	Sinaleiro redondo plastico Amarelo 22 mm - 24 V	Metalmex	L20R7Y	R\$ 12,90	R\$ 12,90
3	1	peça	Botão pulsador plastico amarelo	Kacon	KYP10	R\$ 26,75	R\$ 26,75
4	1	peça	Modulo relé 4 canal 5 v	Tongling	N/A	R\$ 25,90	R\$ 25,90
5	2	peça	Sensor de distância ultrassônico	HC-SR04	9SS01	R\$ 11,90	R\$ 23,80
TOTAL							R\$ 209,15

Documento:	Lista de Materiais
Versão:	3.0
Criado em:	10/07/2020
Última alteração realizada em:	04/11/2020

Tabela 18 – Formação de equipe

FORMAÇÃO DA EQUIPE - SEGURANÇA PARA MÁQUINAS INDUSTRIAIS (SMI)

INTEGRANTES: Daniel Bezerra de Oliveira, João Paulo Fernandes Mota, Nathan Rodrigues, Pedro Stoppa Felipe, Vinícius Henrique de Oliveira Neves, Willian Bueno			
ATIVIDADES		TITULAR	APOIO
1	Programação	Daniel e Vinícius	
2	Desenho	Pedro	
3	Lista de materiais	João e Natan	Willian e Vinícius
4	Documentação	Willian	Vinícius e Daniel
5	Diagrama elétrico	João e Vinícius	Daniel
6	Animação	Pedro	
7	Modelagem 3D	Vinícius e Willian	

Documento:	Formação da equipe
Versão:	2.0
Criado em:	27/08/2020
Última alteração realizada em:	21/10/2020

Fonte: autoria própria

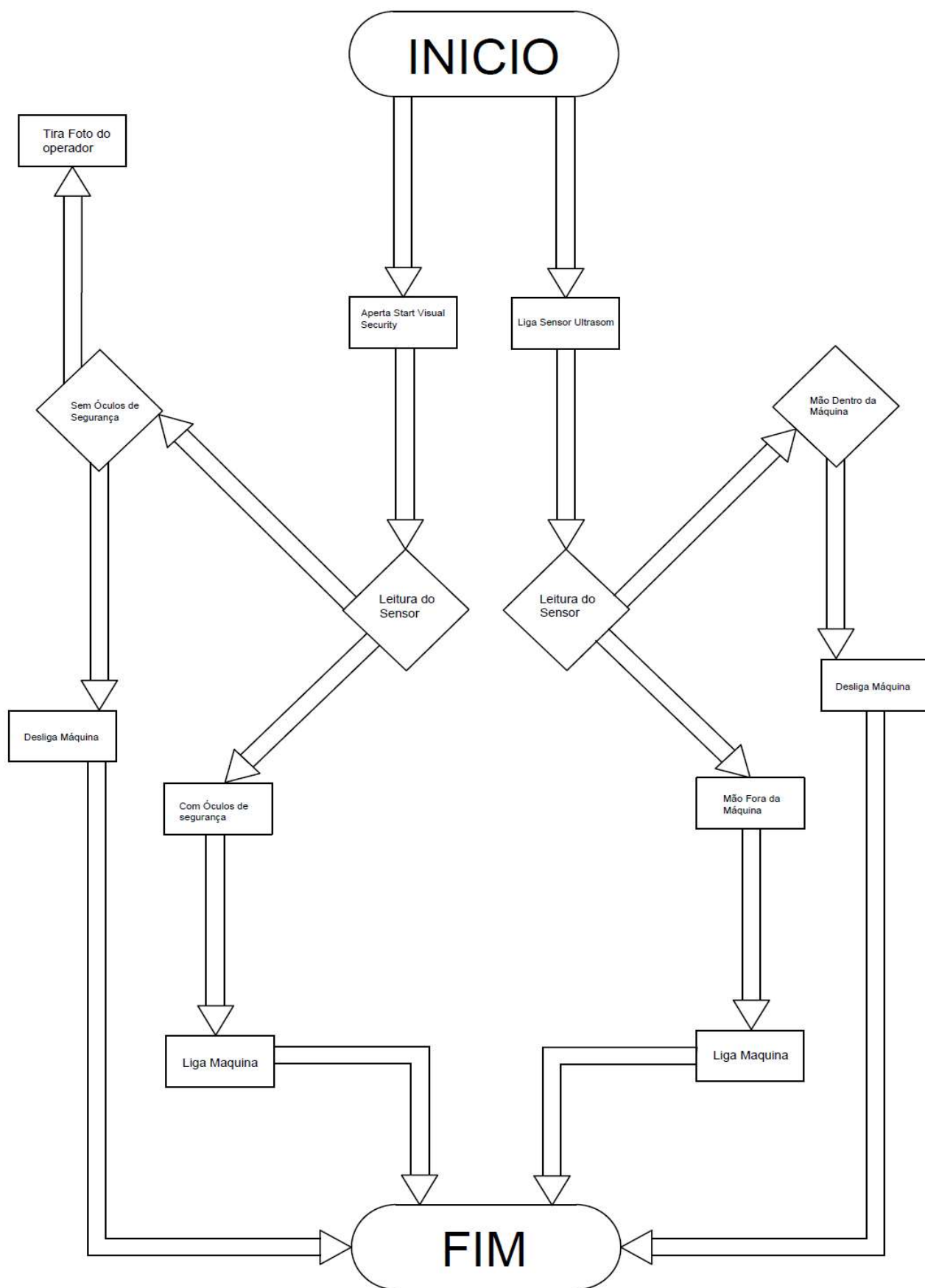
2.6 Ilustrações

Figura 21 – Logotipo do projeto



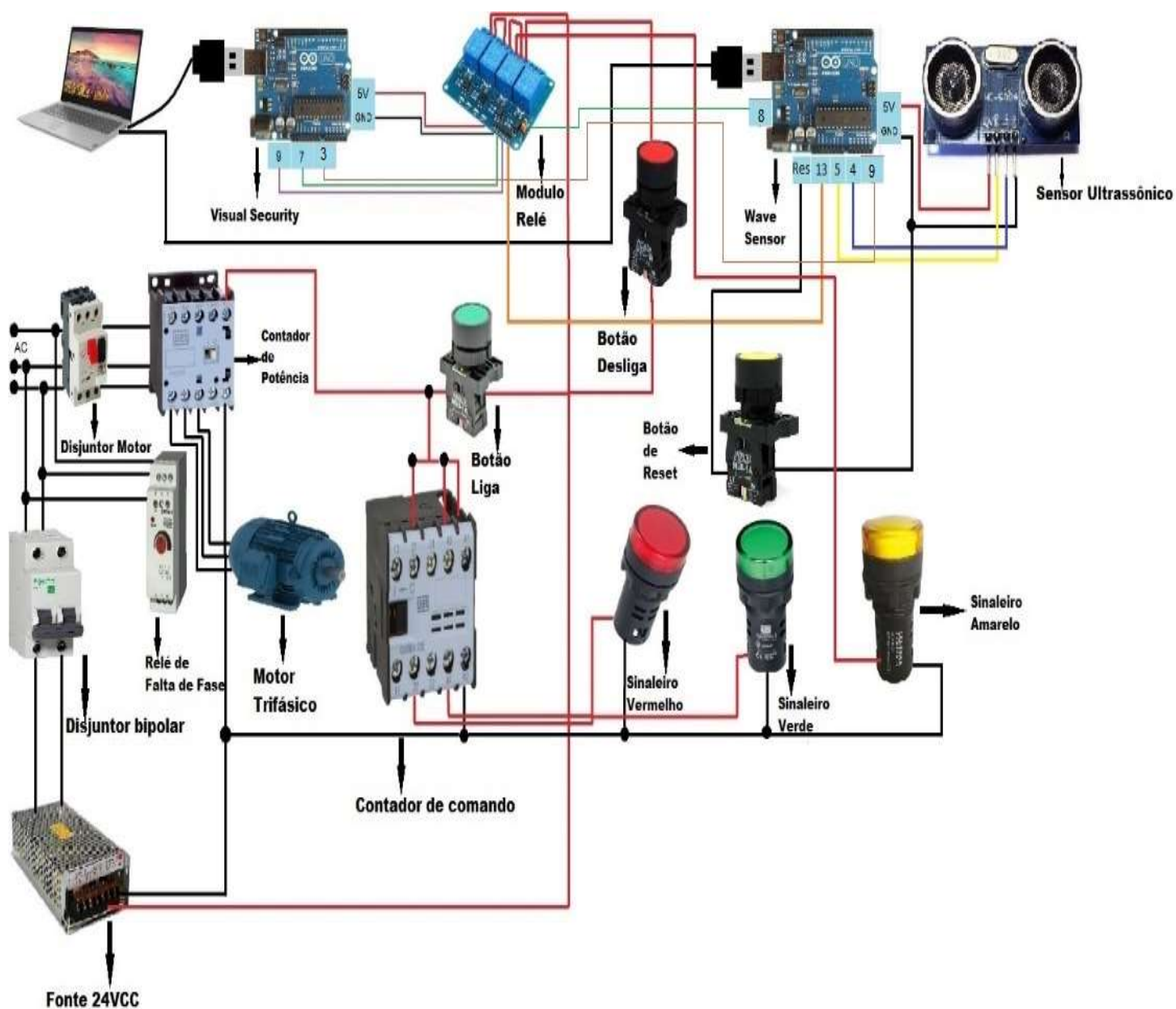
Fonte: autoria própria

Figura 22 – Fluxograma de funcionamento



Fonte: autoria própria

Figura 23 – Diagrama multifilar

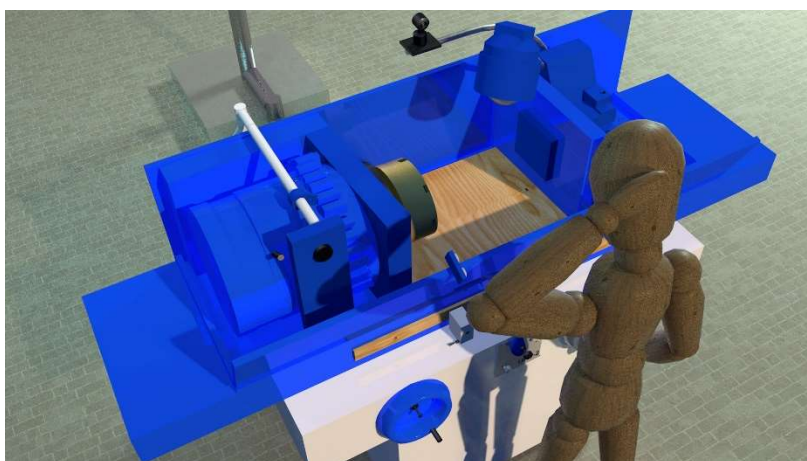


Fonte: autoria própria

2.7 Modelagem 3D

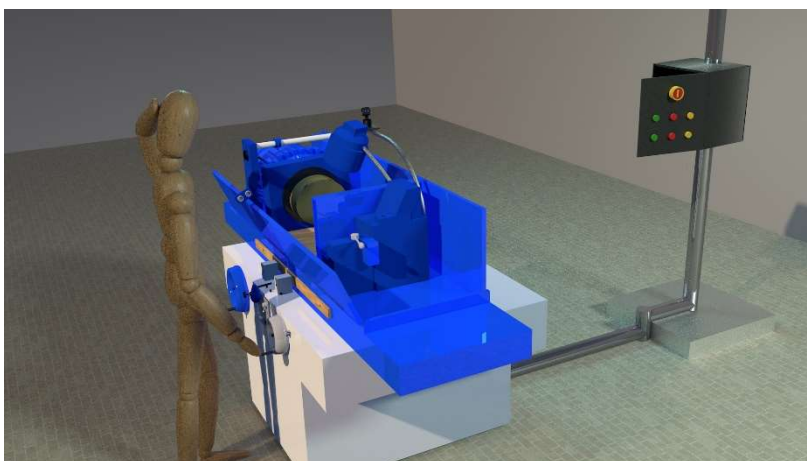
O modelo 3D a seguir foi baseado na retificadora cilíndrica que está no Senai de Valinhos e foi feito para que se possa ter uma ideia de como SMI – Visual Security e o SMI – Wave Sensor podem ser instalados em uma máquina.

Figura 24 – Vista de cima da máquina



Fonte: autoria própria

Figura 25 – Máquina e painel de energia



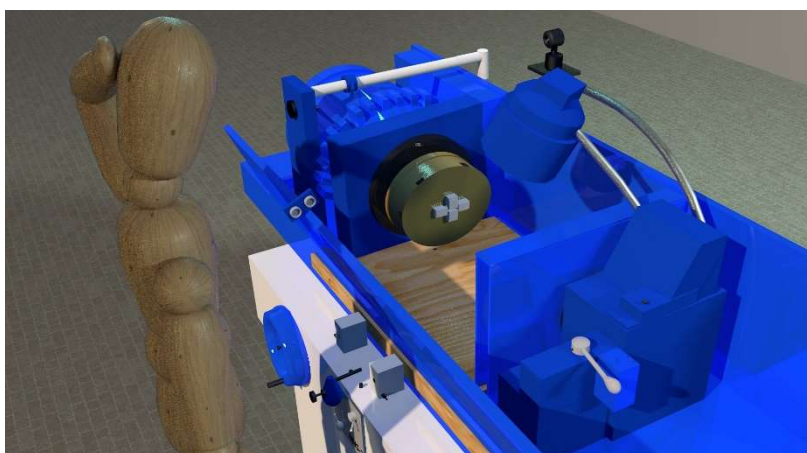
Fonte: autoria própria

Figura 26 – Vista frontal da máquina I



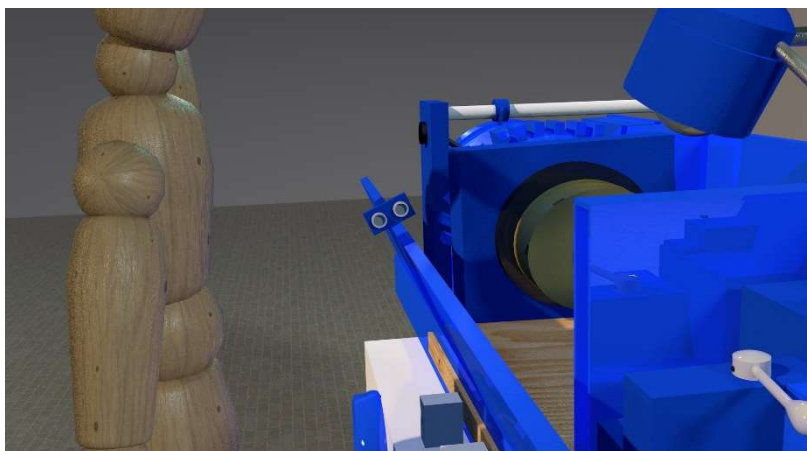
Fonte: autoria própria

Figura 27 – Vista frontal da máquina II



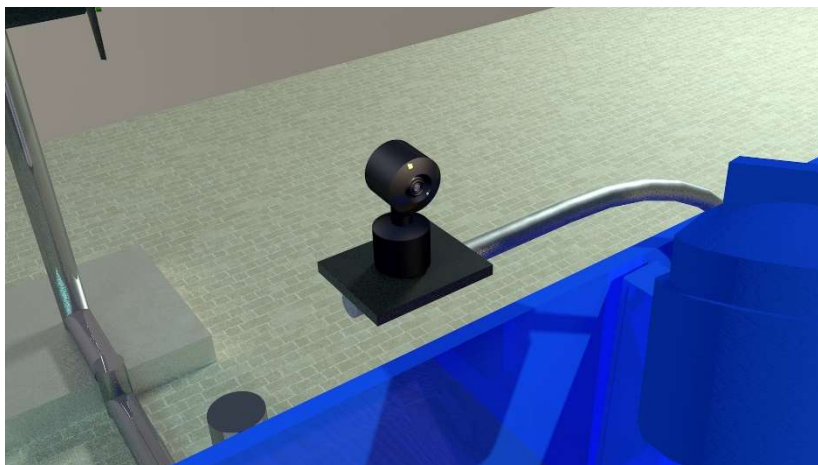
Fonte: autoria própria

Figura 28 – Wave Sensor instalado na máquina



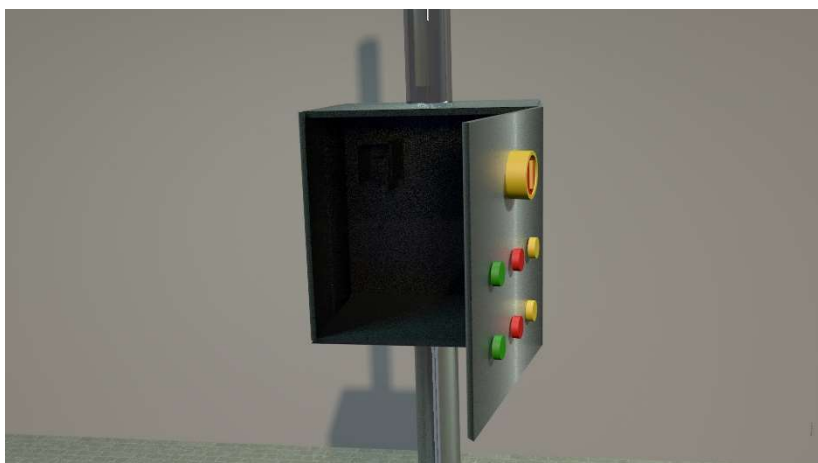
Fonte: autoria própria

Figura 29 – Visual Security instalado na máquina



Fonte: autoria própria

Figura 30 – Painel da máquina



Fonte: autoria própria

Figura 31 – Painel Ligado



Fonte: autoria própria

3 CONCLUSÃO

Com base nas análises e pesquisas envolvendo a área de segurança na indústria, é possível identificar que mesmo com os métodos de segurança já presentes no ambiente de trabalho, como sinalização, equipamentos de proteção individual e normas regulamentadoras ainda há uma alta taxa de acidentes que ocorrem anualmente. Portanto, fica claro que é preciso desenvolver novos métodos de segurança.

Em síntese, o Projeto de Segurança para Máquinas Industriais (SMI), busca desenvolver novos métodos de segurança para proteger os profissionais da indústria que se submetem a situações perigosas; criando duas medidas viáveis com o apoio de meios tecnológicos, pois possuem um custo acessível e simples instalação, pois foi estimado que o valor fica em torno de R\$209,15.

Os conhecimentos obtidos durante o curso foram imprescindíveis para o desenvolvimento do projeto como: instalação elétrica, comandos e acionamentos elétricos, eletrônica analógica, eletrônica digital, manutenção e conhecimentos em CLP.

Além das disciplinas apresentadas no curso de eletroeletrônica, foi possível o aprendizado de novos conhecimentos e habilidades, como a linguagem Python e modelagem 3D.

Para o desenvolvimento deste projeto direcionado ao mercado, seria ideal possibilitar um maior número de instalação de webcams por programa e desenvolver um sistema independente do Arduino e do sistema operacional Windows 10 64 bits, pois assim o projeto possibilitaria uma maior gama de opções na hora de fazer a instalação.

4 REFERÊNCIAS

Referência de documento eletrônico:

FREE3D, renderpeople. **Eric Rigged 001 Modelo 3D**. 22 mar. 2020. Disponível em: <https://free3d.com/pt/3d-model/eric-rigged-001-771956.html>. Acesso em: 15 de jul. 2020.

GITHUB, Alexander Alekhin. **haarcascades**. 20 abr. 2020. Disponível em: <https://github.com/opencv/opencv/tree/master/data/haarcascades>. Acesso em: 11 de ago. 2020

SAFESST. **Segurança no trabalho em máquinas e equipamentos: entenda a NR 12**. 12 nov. 2018. Disponível em: <https://blog.safesst.com.br/seguranca-no-trabalho-em-maquinas-e-equipamentos-entenda-a-nr-12/>. Acesso em: 10 de nov. 2020

SIENGE, Tomás Lima. **O que é a NR 12-Segurança no Trabalho em Máquinas e Equipamentos (ATUALIZADO)**. 4 nov. 2019. Disponível em: <https://www.sienge.com.br/blog/o-que-e-nr-12/>. Acesso em: 10 de nov. 2020

Software:

ARDUINO IDE: Construção de Programas na linguagem Arduino. Versão 1.8.13: Arduino, 2020. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/software>. Acesso em: 12 de ago. 2020

PYTHON: Construção de Programas na linguagem Python. Versão 3.9.0: Python Software Foundation, 2020. Disponível em: <https://www.python.org>. Acesso em: 12 de ago. 2020

CINEMA 4D: Programa de modelagem 3D Versão R23.110: MAXON, 2020. Disponível em: <https://www.maxon.net/en/cinema-4d>. Acesso em: 26 de set. 2020