UNIVERSIDADE REGIONAL INTEGRADA DO ALTO URUGUAI E DAS MISSÕES
PRÓ-REITORIA DE ENSINO, PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
CÂMPUS DE ERECHIM
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIAS E CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO
CURSO DE ENGENHARIA ELÉTRICA

FERNANDO EVERSON ZAZEKA

DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO PORTÁTIL PARA GERENCIAMENTO DE DADOS NA PREVENÇÃO E GESTÃO DA COVID-19

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ERECHIM - RS
2021

FERNANDO EVERSON ZAZEKA

DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO PORTÁTIL PARA GERENCIAMENTO DE DADOS NA PREVENÇÃO E GESTÃO DA COVID-19

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharias e Ciência da Computação da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Câmpus de Erechim.

Orientadora: Prof.ª Ma. Camila Sampaio dos Reis

ERECHIM – RS

2021

FERNANDO EVERSON ZAZEKA

DESENVOLVIMENTO DE UM DISPOSITIVO PORTÁTIL PARA GERENCIAMENTO DE DADOS NA PREVENÇÃO E GESTÃO DA COVID-19

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Engenharia Elétrica como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Engenharia Elétrica, Departamento de Engenharias e Ciência da Computação da Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões – Câmpus de Erechim.

Erechim, 08 de dezembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof.ª Ma. Camila Sampaio dos Reis (Orientadora)
URI Erechim

Prof. Glênio Rigoni (Examinador)
URI Erechim

Prof. Claodomir Martinazzo (Examinador)
URI Erechim

Dedico este trabalho a minha família, minha namorada e a todos que me ajudaram a alcançar este objetivo.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por me permitir vivenciar tantos momentos especiais ao longo de todos os meus anos de estudos.

Aos meus pais Natalicio e Clecir, por todo apoio e incentivo nos momentos difíceis durante está caminhada.

Agradeço a minha namorada Bruna Biesek, por estar ao lado me incentivando e acreditando no meu potencial.

Agradeço também a Prof. Me. Camila Sampaio dos Reis, por ter sido minha orientadora e ter me ajudado em inúmeros momentos que precisei. Também agradeço á Marciele Schwanke por toda ajuda que me foi dado, nas aulas práticas da engenharia elétrica.

E por fim, aos meus amigos, que sempre estiveram ao meu lado durante estes anos, me dando apoio, amizade e momentos felizes durante este período.

“Você nunca sabe que resultados virão da sua ação. Mas se você não fizer nada, não existirão resultados.”
(Mahatma Gandhi)

RESUMO

O presente trabalho abordou o desenvolvimento de um sistema portátil para o gerenciamento de dados na prevenção e gestão da Covid-19, que contemplou monitorar a febre na região frontal da face e o uso de álcool em gel visando à prevenção da disseminação do vírus, considerando o desenvolvimento de um website. A revisão bibliográfica possibilitou o conhecimento sobre vários aspectos referentes à Covid-19 tais como, seu surgimento, principais sintomas e formas de prevenção. Para o desenvolvimento do produto eletrônico foi considerado o sensor MLX90614 DCI para monitoramento da temperatura, sensor GM67 utilizado como leitor de código de barras e Qr code, e o sensor LM393 para detectar a proximidade de objetos, os quais passaram por testes, ajustes e calibração. O *software* AutoCAD 3D foi utilizado para projetar a estrutura física do protótipo e o *software* Adobe Photoshop na produção de imagens para os frames que são apresentados na tela TFT Nextion, indicando o uso do produto eletrônico. A proposta do produto final se constituiu de uma estrutura desenvolvida com material polipropileno e madeira, de fácil higienização, contemplando uma interface intuitiva, com sequência lógica de operações apresentadas na tela TFT Nextion acoplada ao produto. O sistema desenvolvido também contemplou o desenvolvimento de um website, ao qual gestores terão total controle das informações obtidas durante o uso do produto eletrônico, sendo elas: o nome do usuário, a temperatura medida, se usou álcool em gel ou não, e a data de utilização. As informações são apresentadas em tempo real na página de website desenvolvida utilizando a linguagem PHP, HTML e CSS, a qual apresenta gráficos de tendência, relatórios contendo históricos pré-definidos, bem como telas relacionadas aos usuários que apresentaram temperatura superior a 37.4°C. Dessa forma, o trabalho se mostrou de extrema relevância, diante do período da pandemia onde é necessário identificar de maneira rápida e eficaz possíveis usuários contaminados com a Covid-19.

Palavras-chave: Covid-19. Coronavírus. Febre. Álcool em gel. Dispositivos Eletrônicos. Prevenção e Gestão da Covid-19. Website.

ABSTRACT

The present work addressed the development of a portable system for data management in the prevention and management of Covid-19, which included monitoring fever in the frontal region of the face and the use of alcohol gel to prevent the spread of the virus, to this considering the development of a website. The bibliographical review made it possible to know about several aspects related to Covid-19, such as its appearance, main symptoms and forms of prevention. For the development of the electronic product, the MLX90614 DCI sensor was considered for temperature monitoring, the GM67 sensor used as a barcode and Qr code reader, and the LM393 sensor to detect the proximity of objects, which underwent tests, adjustments and calibration. . AutoCAD 3D software was used to design the development of the physical structure of the prototype and Adobe Photoshop software to produce images for the frames that are displayed on the TFT Nextion screen, indicating the use of the electronic product. The final product proposal consisted of a structure developed with polypropylene material and wood, easy to clean, with an intuitive interface, with a logical sequence of operations presented on the TFT Nextion screen attached to the product. The system developed also included the development of a website, in which managers will have full control of the information obtained during the use of the electronic product, namely: the user's name, the measured temperature, whether they used alcohol in gel or not, and the date of use. The information is presented in real time on the website page developed using PHP, HTML and CSS, which presents trend graphs, reports containing pre-defined histories, as well as screens related to users who had temperatures above 37.4°C. The work proved to be extremely relevant, given the period of the pandemic, where it is necessary to quickly and effectively identify possible users contaminated with Covid-19.

Keywords: Covid-19. Coronavirus. Fever. alcohol in gel. Electronic devices. Prevention and Management by Covid-19. Website.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Estrutura de uma partícula do coronavírus…….....15
Figura 2 - Mapa mundial dos casos de coronavírus……..15
Figura 3 - Gráfico da variação de temperatura ao longo dia…….....18
Figura 4 - Temperatura corporal, diante da temperatura ambiente……...20
Figura 5 - Imagem infravermelho da temperatura corporal…….....21
Figura 6 - Arduino Uno…….25
Figura 7 - Esp 32 e a função de cada um dos seus pinos……..27
Figura 8 - Modelos possíveis para o MLX90614…….....29
Figura 9 - Ângulo (FOV) dos modelos AA, CC E CI……. 29
Figura 10 - Funcionamento de um sensor IR reflexivo…….....30
Figura 11 - Código de barra e Qr code encontrados no dia a dia…….....31
Figura 12 - Módulo de mosfet e relé……....31
Figura 13 - Monitor TFT……...32
Figura 14 - Modelos de telas da série Inteligente da Nextion……...33
Figura 15 - Esboço de interface……....36
Figura 16 - Esboço do dispositivo eletrônico com altura dos sensores…….....37
Figura 17 - Início da instalação da biblioteca do Esp32……..40
Figura 18 - Fluxograma inicial do projeto……..... 42
Figura 19 - Imagens da usabilidade do produto eletrônico……...44
Figura 20 - Interface de temperatura…….....45
Figura 21 - Interface temperatura alta 46
Figura 22 - Interface de temperatura alta confirmada 46
Figura 23 - Interface conexão Wi-fi 47
Figura 24 - Renderização do dispositivo eletrônico…….48
Figura 25 - Gráfico de resultados de temperatura corporal…….....51
Figura 26 - Circuito do sistema…….....52
Figura 27 - Projeto da PCB 52
Figura 28 - Placa PCB pronta 53
Figura 29 - Página principal do website 54
Figura 30 - Página de login sistema 54
Figura 31 - Página HOME 55
Figura 32 - Página TEMPO REAL.....56
Figura 33 - Página HISTÓRICO 56
Figura 34 - Estrutura física do dispositivo 57
Figura 35 - Protocolo Wi-fi Manager 58
Quadro 1 - Classificação dos níveis de febre…….....19
Quadro 2 - Especificações do Arduino uno……..……...26
Quadro 3 - Especificações do Esp32 ……...27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Sintomas e número de pacientes infectados……....16
Tabela 2 - Comparação de temperaturas na região frontal com o sensor MLX90614 e termômetro infravermelho HG01, HI8US……....49
Tabela 3 - Comparação de temperaturas na região axilar com o termômetro Th1027, da G-tech, o termômetro HG01 da HI8US e o sensor MLX90614…….....50
Tabela 4 - Valores dos componentes eletrônicos……..59

APÊNDICES

APÊNDICE A – Vídeo Wi-fi Manager.

APÊNDICE B – Vídeo Temperatura normal.

APÊNDICE C – Vídeo Temperatura febril.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

SARS-COV	Síndrome Aguda Grave Coronavírus
SARS-COV-2	Síndrome Aguda Grave Coronavírus 2
HCoV-NL63	*Human Coronavirus NL63*
HCoV-229E	*Human Coronavirus 229E*
HCoV-OC43	*Human Coronavirus OC43*
HKU1	*Human Coronavirus HKU1*
MERS-CoV	*Middle East Respiratory Syndrome*
RNA	Ácido Robonucleico
EPI	Equipamento de Proteção Individual
OMS	Organização Mundial da Saúde
MS	Ministério da Saúde
WHO	*World Health Organization*
CDC	*Centers for Disease Control and Prevention*
RFID	Identificação por Radiofrequência
USB	*Universal Serial Bus*
IDE	Ambiente de Desenvolvimento Integrado
IOT	Internet das Coisas
LED	Diodo Emissor de Luz
IIR	*Infinite Impulse Response*
IoT	*Internet of Things*
LCD	Display de Cristal Líquido
LED	*Light-emitting Diode*
TFT LCD	Tela de Cristal Líquido Com Transistor de Filme Fino
OLED	Diodo Orgânico Emissor de Luz
HMI	Interface Homem-Máquina
URL	*Uniform Resource Locator*
HTML	*HyperText Markup Language*
ASP	*Active Server Pages*
JSP	*JavaServer Pages Standard Tag Library*

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO……..11
1.1 Justificativa …….....12
1.2 Objetivos ……. 13
1.2.1 Objetivo geral ……...13
1.1.2 Objetivos específicos …….....13
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA …… 14
2.1 História do surgimento da Covid-19 …… 14
2.2 Principais sintomas da Covid-19 …….. 15
2.2.1 Temperatura corporal …….....17
2.2.1.1 Temperatura corporal central …….....17
2.2.1.2 Variação da temperatura corporal central altas e baixas……..…….....18
2.2.1.3 Temperatura da pele ……20
***2*.3 Métodos de prevenção da Covid -19 ……...22**
2.4 Revisão de literatura de equipamentos para a gestão da Covid-19 ……....22
2.5 Desenvolvimento do produto eletrônico ……....24
2.5.1 Microcontrolador ……...……..24
2.5.1.1 Arduino …….....25
2.5.1.1 Esp32 ……....26
2.5.2 Sensores e atuadores …….....28
2.5.2.1 Sensores infravermelho de temperatura corporal ……..……...…….28
2.5.2.2 Sensor infravermelho de obstáculo reflexivo …….…….....30
2.5.2.3 Leitor de código de barras e Qr code …….....30
2.5.2.4 Modulo relé e modulo mosfet ……..…….....31
2.5.3 Display e website……..32
2.5.3.1 Tipos de display……...…….…….32
2.5.3.2 Display Nextion……33
2.5.3.3 Website……..33
3 METODOLOGIA…….. 35
3.1 Definição dos parâmetros……....35
3.2 Desenvolvimento da interface e design do produto eletrônico……35
3.2.1 Interface do produto eletrônico……..…36

3.2.2 Design do produto eletrônico.……...……....37
3.3 Definição dos componentes eletrônicos…….....38
3.4 Possíveis ajustes e calibração dos sensores…….....39
3.5 Programação do microcontrolador…….....39
3.5.1 Instalação da biblioteca do Esp32.……...40
3.5.2 Programação……...……..…41
3.6 Desenvolvimento do website.....42
3.7 Estimativa de custos ……..…42
3.7 Definição do ambiente para validação da proposta……...43
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES……..44
4.1 Desenvolvimento da interface do produto eletrônico……...44
4.2 Desenvolvimento do design do produto eletrônico……... 47
4.3 Ajustes e calibração dos sensores…….....48
4.4 Início do desenvolvimento do protótipo……51
4.5 Criação do webiste.....53
4.6 Estrutura física do produto eletrônico.....57
4.7 Criação da conexão Wireless via Wi-fi Manager 57
4.8 Estimativa de custos do produto eletrônico.....58
5 CONCLUSÕES…….. 60
5.1 Perspectivas para continuação do trabalho…….. 61
REFERÊNCIAS……..62

1 INTRODUÇÃO

No início dezembro de 2019 em Wuhan, capital da província Hubei, na China, foi identificada uma nova variação do vírus já existente denominado “síndrome aguda grave coronavírus"(SARS-COV), esse patógeno foi identificado como SARS-COV-2 coronavírus 2019 (Covid-19), um novo beta coronavírus que envolve o RNA. Em curto prazo, o vírus se espalhou por mais de 216 países, deixando milhões de pessoas contaminadas e milhões de mortes (ISLAM, et al., 2020; GUAN, et al., 2020).

A Covid-19 é uma doença, que em seu estado mais grave pode causar uma infecção no trato respiratório, podendo afetar tanto o trato respiratório superior (garganta, seios da face e nariz), como o trato respiratório inferior (pulmões e traqueia). O contágio da doença acontece de maneira igual a outros vírus da sua família (coronavírus), principalmente por meio de contato físico e convívio social, apresentando sintomas de febre, tosse seca e cansaço, sendo os sintomas mais comuns da doença (PATHAK, 2021).

Portanto, medidas preventivas são necessárias para que não haja proliferação do vírus em todos os cenários. Existem algumas situações que podem ser adotadas em locais de trabalho, sendo elas: o distanciamento entre trabalhadores, diminuição do contato com o público externo, o uso de máscaras cirúrgicas ou EPI’s adequados, o uso constante de álcool gel, sendo estas ações para prevenir que haja contágio nos locais de trabalho (WHO, 2021).

A pandemia trouxe uma crise econômica mundial não vista antes, em um período muito curto de tempo, em menos de 4 meses desde seu surgimento, as bolsas mundiais caíram cerca de 30% e deixou mais de 22 milhões de pessoas sem emprego no mesmo período. Por conta dos inúmeros casos de Covid-19 no Brasil, muitos Estados tiveram que realizar o *lockdown* para tentar conter o grande número de casos em sua região, porém essa medida acabou trazendo consequências desastrosas para a economia dessas regiões, sendo que duas semanas de *lockdown* equivalem a uma perde 4% de produção de bens e serviços no ano de trabalho (OLIVEIRA, 2021; WELLE, 2020; SULLIVAN, 2020).

Diante desses fatos, lojistas, instituições de ensino e empreendedores tiveram que se reinventar, tanto em questões econômicas como em medidas preventivas, como forma de se reintegrar em um novo contexto de convívio social, para que assim possam continuar trabalhando e ter o mínimo de segurança contra o vírus SARS-COV-2 (CORDEIRO, 2020).

Deste modo, este trabalho propõe desenvolver um produto eletrônico portátil para o gerenciamento de dados na prevenção e gestão da Covid-19, visando coletar parâmetros de usuários e assim, armazená-los em uma plataforma *Web*, ao qual, gestores podem ter acesso em

tempo real as informações coletadas, e através disso contribuir na segurança de funcionários e visitantes do local.

1.1 Justificativa

Por conta da epidemia da Covid-19 o monitoramento de parâmetros de segurança e de saúde se tornou extremamente necessário para conter a disseminação do vírus. Os principais sintomas que a doença apresenta são febre, dispneia, mialgia, fadiga, dentre outros, que podem variar em cada indivíduo. Alguns parâmetros de segurança também podem ser observados, como o uso de máscara, álcool em gel e luvas (caso necessário) (CONASEMS, 2020).

Segundo a Fundação Oswaldo Cruz (FIOCRUZ), no mês de março de 2021 o Brasil viveu o maior colapso sanitário e hospitalar de sua história, com 16 Estados com ocupação de leitos acima de 90% e 3 deles acima de 100%. Até o mês de maio de 2021 o Brasil apresentava 15 milhões de pessoas contaminadas por coronavírus, deixando mais de 420 mil mortes. Diante dos fatos, não há dúvidas que o Brasil não estava preparado para uma pandemia (THOMAZ, 2021; MS, 2021).

Visando conter a disseminação da Covid-19 gestores propuseram uma série de *lockdowns* nas cidades mais afetadas pelo vírus, porém essa é apenas uma solução provisória, já que o fechamento do comércio, restaurantes e escolas, apenas irá gerar uma pequena queda no número dos casos, junto com a consequência da grande perda econômica para esses lugares (MAGNO, 2021). A única forma de conter uma pandemia tão grande quanto à da Covid-19 é a vacinação de toda população, diante disso, inúmeras empresas na área da saúde e instituições governamentais lutam diariamente para produzir o máximo de doses de vacinas no menor tempo possível (PERES; STEVANIM, 2021).

Atualmente não existe tratamento específico para pessoas infectadas pela Covid-19, sendo que 80% dos pacientes apresentam sintomas leves e são tratadas com medicamentos para apenas aliviar os sintomas da doença, já para pacientes que apresentam sintomas graves como dificuldade de respirar e falta de ar a solução é intervenção por oxigênio ou a intubação. Por conta disso é evidente a necessidade do autocuidado individual e coletivo das pessoas, para tentar controlar a disseminação do vírus (THOMAZ, 2021).

Diante desses fatores e do cenário da pandemia, torna-se necessário o desenvolvimento de estudos voltados à gestão da Covid-19 nas mais diversas áreas. Nesse sentido foi proposto o desenvolvimento de um produto eletrônico projetado para monitorar parâmetro(s) fisiológico(s) que atualmente se correlacionam com os sintomas da doença, de tal forma que se torna possível

gerenciá-las para controle e prevenção de crises sanitárias para controle de vírus, como o da Covid-19.

1.2 OBJETIVOS

1.3 Geral

Desenvolver um produto eletrônico para auxiliar no sistema de gerenciamento de informações para a prevenção e gestão da Covid-19.

1.4 Específicos

- Realizar pesquisa bibliográfica relacionada à epidemia da Covid-19 para a gestão em saúde;
- Definir parâmetros e locais do corpo a serem monitorados para evitar a disseminação do vírus visando a prevenção e gestão do Covid-19;
- Identificar ambientes para utilização do protótipo a ser desenvolvido;
- Desenvolver a interface e designer 3D do produto eletrônico visando a coleta de dados dos usuários por Qr Code e/ou cartão com código de barras;
- Definir o microcontrolador para gerenciar as informações coletadas e os componentes eletrônicos a serem utilizados no protótipo;
- Realizar testes, simulações, ajustes e calibração dos sensores a serem utilizados visando sua validação;
- Estimar custos associados à implementação do produto eletrônico;
- Definir o ambiente para implantação do sistema desenvolvido para validar a proposta;
- Desenvolver a programação do dispositivo;
- Desenvolver um *Website* para que os gestores analisem as informações geradas pelo dispositivo;
- Construir a estrutura física do produto eletrônico;
- Validar o dispositivo eletrônico e seus recursos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Neste capítulo são abordados conceitos de como a surgiu a Covid-19 no mundo, além dos seus principais sintomas que ela causa, bem como as abordagens de como identificá-la de maneira rápida e eficiente visando a gestão na saúde. Também, são referenciados projetos desenvolvidos com a mesma temática abordada, visando obter o embasamento teórico da área. Neste segmento, são discutidos os principais microcontroladores e componentes eletrônicos que podem ser utilizados para o desenvolvimento do produto eletrônico.

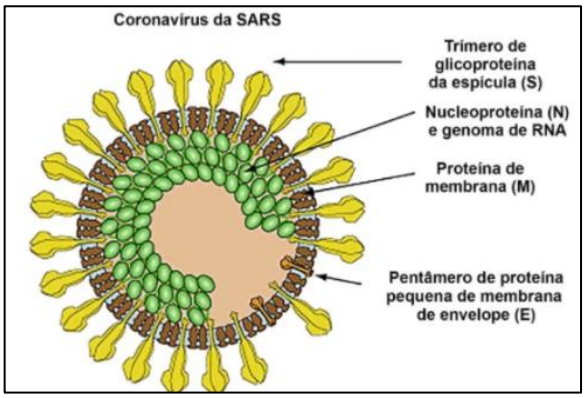
2.1 História do surgimento da Covid-19

O coronavírus é um vírus já existente e muito conhecido no mundo por causar sintomas respiratórios em humanos e animais infectados, onde até a dia 19 de dezembro de 2019 existiam seis diferentes tipos, quatro deles (HCoV-NL63, HCoV-229E, HCoV-OC43 e HKU1) são conhecidos por causar sintomas leves de resfriados, já os outros dois (SARS-CoV e MERS-CoV) apresentam sintomas mais graves e chegaram a se tornar pandemias nas últimas duas décadas por apresentarem uma taxa de mortalidade de 10% e 37% respectivamente (RABI, et al., 2020).

O primeiro caso de contágio em humanos do novo coronavírus (Covid-19) foi observado em dezembro de 2019 por um proprietário de barraca de alimentos na cidade de Wuhan, capital da província Hubei, na China, e em pouco tempo acabou virando fonte inicial de um surto que inicialmente foi chamado de 2019-nCoV. Após a genômica do 2019-nCoV ser sequenciada, apresentou 79,5% de sequência genética com o vírus SARS-CoV que causou um grande surto décadas atrás. Por conta da grande semelhança genética com o SARS-CoV, o comitê internacional de taxonomia de vírus nomeou o 2019-nCoV como SARS-CoV-2, ficando popularmente conhecido como Covid-19 (RABI, et al., 2020; WHO, 2020).

Diante do grande número de infectados de Covid-19 na China, e por conta de cada vez mais países apresentarem o surgimento da doença em sua população, no dia 30 de janeiro de 2020, a Organização Mundial da Saúde (OMS) declarou a Covid-19 como uma emergência global de saúde pública, sendo que até aquele momento já haviam mais de 7 mil casos confirmados e 170 mortes ao redor do mundo (DANTAS, 2020; RABI, et al., 2020). A Figura 1 apresenta a estrutura de uma partícula viral de um coronavírus em detalhes.

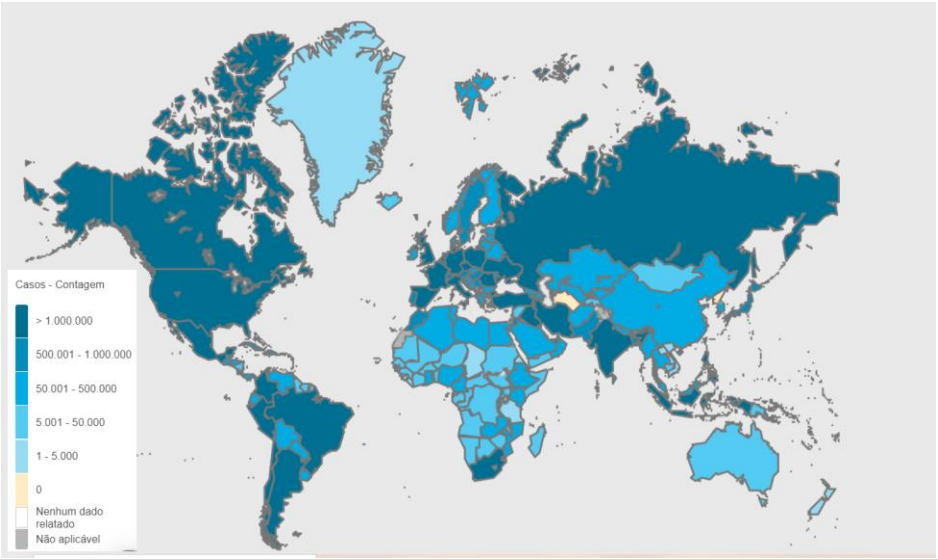
Figura 1 - Estrutura de uma partícula do coronavírus.



Fonte: Coronaviridae, ViralZone, 2020.

A Covid-19 se alastrou pelo mundo com uma velocidade extremamente alta, sendo que até a data de 24 de novembro de 2021 o vírus já causou mais de 259 milhões de infectados e mais de 5.17 milhões de mortes, em praticamente todos os países do mundo (WHO, 2021). A Figura 2 mostra uma visão geral dos casos de Covid-19 pelo mundo em Dezembro de 2021.

Figura 2 - Mapa mundial dos casos de coronavírus.



Fonte: Painel do coronavírus, WHO, 2021.

2.2 Principais sintomas da Covid-19

O SARS-CoV-2 é uma doença que afeta principalmente o pulmão das suas vítimas, sendo que os sintomas podem variar a cada indivíduo, desde um resfriado comum a uma síndrome respiratória grave. O período médio de incubação do vírus é de 5 a 6 dias, sendo que os primeiros sinais e sintomas da doença podem aparecer em um período de tempo bem mais

abrangente, podendo ser de dois a catorze dias após a exposição com o vírus (DUTTA, 2021; MAYO CLINIC, 2021).

A Covid-19 pode apresentar uma grande quantidade de sintomas, desde os mais leves como tosse seca, aos mais graves como a falta de ar. Segundo o *Centers for Disease Control and Prevention* (CDC, 2021), pessoas com um ou mais dos sintomas apresentados abaixo podem ter Covid-19, sendo eles:

- Febre
- Fadiga
- Tosse seca
- Dor muscular
- Dor de cabeça
- Dor de garganta
- Perda de sabor ou cheiro
- Falta de ar ou dificuldades respiratórias

De acordo com a pesquisa realizada no Reino Unido por (Spinato, et al., 2020), os sintomas mais comuns citados anteriormente foram diagnosticados em 202 participantes confirmados com o vírus. A Tabela 1 apresenta os referidos percentuais da pesquisa.

Tabela 1 - Sintomas e número de pacientes infectados.

Sintomas x Número de Pacientes Infectados por Covid-19

Sintomas	**Nº Pacientes**	**Porcentagem (%)**
Febre	113	*55.9*
Fadiga	138	*68.3*
Tosse Seca	122	*60.4*
Dor de Cabeça	86	*42.6*
Dor de Garganta	63	*31.2*
Perda de Sabor ou Cheiro	130	*64.4*
Falta de Ar ou Dificuldade Respiratória	83	*41.1*

Fonte: Centro para Controle e Prevenção de Doenças, 2020.

Como visto, a Covid-19 apresenta diversos sintomas, sendo que apenas a febre requer equipamento eletrônico específico para seu diagnóstico, além disso, mais da metade dos pacientes contaminados pelo vírus apresentam este sintoma conforme a pesquisa apresentada por Spinato e autores (2020). Por isso, neste trabalho é proposto o desenvolvido um produto eletrônico que monitora a temperatura de maneira rápida, fácil e sem ter a necessidade de um operador para manusear a tecnologia, evitando contato com as pessoas, ao mesmo tempo que essa informação pode ser gerenciada em tempo real por gestores, para que assim seja possível monitorar indivíduos infectados em ambientes de trabalho, instituições de ensino, dentre outros locais.

2.2.1 Temperatura corporal

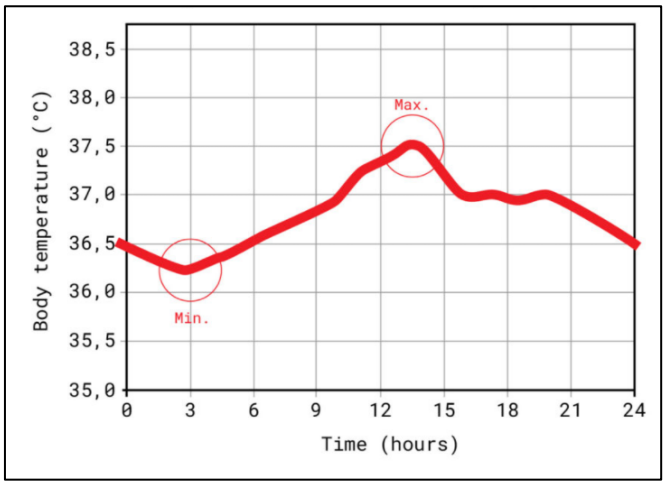
A temperatura corporal é extremamente importante para a estabilidade dos processos metabólicos e funções vitais dos seres humanos, sendo que vários tipos de influências externas e internas podem aumentar ou reduzi-la, obtendo assim, informações importantes do estado de saúde de uma pessoa. Como observado, a alta temperatura corporal é um parâmetro relevante, em que se verificou 55,5% dos casos da Covid-19 (SPINATO, et al., 2020).

2.2.1.1 Temperatura corporal central

A temperatura corporal corresponde a temperatura central de uma pessoa, ou seja, a temperatura que prevalece internamente no corpo humano, sendo ela amplamente constante, a qual pode variar de 36.5° a 37.4° graus (em um indivíduo saudável). Esta variação ocorre por conta de uma série de fatores como o horário do dia, estado de saúde, atividades físicas, estado hormonal e até mesmo, diante do que é ingerido ao longo do dia (KREUZER, 2021).

A variação da temperatura ao longo do dia é de 0.5° a 1°C, onde esta oscilação se denomina ciclo circadiano. O ciclo circadiano é o período de 24 horas em que o ciclo biológico regula as atividades físicas e químicas do corpo humano, influenciando diversos fatores internos como a temperatura corporal, o metabolismo e vários outros (TUASAÚDE, 2021). A Figura 3 mostra um gráfico referente a variação da temperatura ao longo do dia, onde às 3 horas da manhã a temperatura corporal central apresenta seu valor mais baixo, cerca de 36.5 °C, e as 13:30 apresenta seu valor maior, cerca de 37.5°C.

Figura 3 - Gráfico da variação de temperatura ao longo dia.



Fonte: Temperatura Corporal, Kreuzer, 2021.

Além da variação da temperatura que ocorre por conta do ciclo circadiano, a temperatura corporal central está extremamente suscetível a mudanças drásticas da temperatura ambiente do corpo, sendo que quando ela está baixa, a produção de calor do corpo aumenta e a perda de calor diminui. Já quando a temperatura ambiente está alta, o corpo humano libera o calor em excesso através de ações como a evaporação (suor), radiação térmica, convecção (liberação de calor através do ar), entre outros modos. Segundo o médico Jannik Blaschke, a temperatura ambiente que um adulto despido se sente confortável quando em repouso gira em torno de 27° a 32° C, já para um adulto vestido, a variação é cerca de 23° (BLASCHKE, 2015).

2.2.1.2 Variação da temperatura corporal central altas e baixas

Como já informado, a temperatura corporal central normal de um ser humano saudável em repouso varia entre 36.5° e 37.4°C, onde qualquer valor abaixo ou acima desta variação deve ser investigado. Existem diversos fatores que podem alterar a temperatura corporal, sendo que os mais comuns são hipertermia, insolação, febre e hipotermia.

A hipertermia ocorre quando há um grande aumento da temperatura corporal (acima de 37.4°C), sendo que nesta situação o organismo não consegue promover uma dissipação ou diminuição do calor a que está sujeito. A causa mais comum da hipertermia é quando se é realizado atividades físicas de maneira intensa em um ambiente quente, outro fator que também gera este aumento da temperatura corporal é um defeito genético chamado hipertermia maligna que está presente em 1 a cada 50 mil adultos (SANTOS, 2021; CORREIA, 2012).

Outro grande fator para o aumento da temperatura corporal é a insolação, que ocorre quando há um superaquecimento no corpo, causado por um longo período exposto ao sol. A insolação pode ser extremamente prejudicial à saúde e pode causar queimaduras de 2° e 3° graus, vômito e diarreia, alterações nervosas, convulsões, danos cerebrais e podendo chegar a um possível coma (FRAZÃO, 2020).

Uma pessoa pode ser considerada com febre, quando em repouso ou sem fazer atividades físicas e em um ambiente neutro apresentar temperaturas superiores a 38.1°C. Existem várias razões para um indivíduo estar com febre, sendo o principal motivo quando ocorre uma resposta do sistema imunológico do corpo, ou seja, o corpo está tentando eliminar uma possível bactéria ou vírus, nestes casos a produção de calor é aumentada e ao mesmo tempo a liberação de calor é reduzida para que assim as células (saudáveis) aumentem sua atividade e ao mesmo tempo diminuem o crescer do possível invasor (KREUZER, 2021). O Quadro 1 mostra as faixas de temperatura juntamente com sua classificação.

Quadro 1 - Classificação dos níveis de febre.

Faixa de Temperatura (°C)	**Definição**
36,5 á 37,4	*Temperatura Normal*
37,5 á 38,0	*Temperatura Subfebril*
38,1 á 38,5	*Febre Baixa*
38,6 á 39,0	*Febre Moderada*
39,1 á 39,9	*Febre Alta*
40,0 à 42,0	*Febre Muito Alta*

Fonte: Temperatura Corporal, KREUZER, 2021.

Já a hipotermia acontece quando a temperatura central do corpo está abaixo de 35°C, portanto o corpo perde mais calor que pode gerar. Existem quatro estágios de hipotermia distintos que são: estado defensivo (entre 35°C e 32°C), estágio de exaustão (entre 32°C e 30°C), estágio paralítico (entre 30°C e 27°C) e o estágio de morte aparente (abaixo de 27°C), sendo o último estágio o mais letal levando o indivíduo a possíveis paradas respiratórias e a morte. A principal causa da hipotermia é a permanência prolongada em ambientes muito frios, porém existem também várias doenças referentes ao sistema termorregulador, que podem abaixar a temperatura corporal a níveis abaixo do normal (REIS, 2020; KREUZER, 2021).

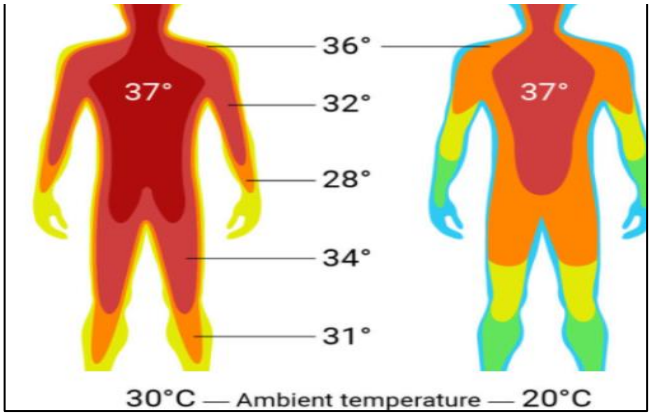
Como dito anteriormente, a febre ocorre principalmente por uma resposta do sistema imunológico do corpo, e é isso que ocorre quando o vírus SARS-CoV-2 é detectado pelo sistema imunológico do corpo humano, que surge normalmente após 5 dias da exposição ao vírus, dessa forma, apresentando uma variação anormal da temperatura corporal. Porém, a febre em pacientes infectados com o coronavírus, pode não ser um mau sinal, pois ela é um sinal de bom prognóstico em pacientes com infecção de forma aguda e está associada ao organismo combater o vírus detectado, aumentando assim a taxa de sobrevivência dos infectados (LATORRACA, 2021).

2.2.1.3 Temperatura da pele

A pele é o maior órgão do corpo humano, sendo responsável por servir como uma barreira de entrada de patógenos estranhos e outros agentes que podem vir a entrar no corpo humano, ela também é responsável por proteger o corpo de diversos fatores como, a luz solar em excesso, agentes físicos e químicos prejudiciais, entre outros. A pele também ajuda aspectos fisiológicos e sensoriais do corpo como a percepção através do tato, reações imunológicas e a regulação da temperatura corporal (GILABERTE, 2016).

A temperatura da pele varia de acordo com a temperatura ambiente e a temperatura central do corpo, sendo que depende da circulação do sangue, atividade e temperatura externa, podendo variar entre 28°C a 37° em uma pessoa saudável. As partes mais frias da temperatura da pele são as extremidades do corpo, pois nelas a temperatura ambiente tem um impacto maior (BIERMAN, 1936; KREUZER, 2021). A Figura 4 abaixo mostra a diferença da temperatura externa entre a temperatura da pele humana.

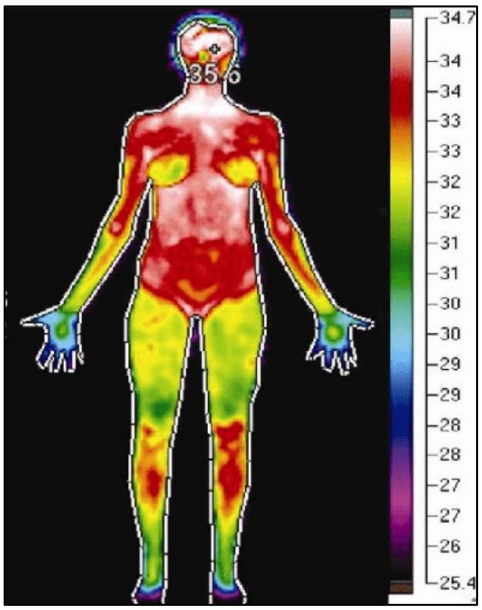
Figura 4 - Temperatura corporal, diante da temperatura ambiente.



Fonte: Temperatura Corporal, KREUZER, 2021.

Como se pode ver na Figura 4 a temperatura da pele varia diante da temperatura ambiente, além disso, cada região diferente do corpo humano apresenta uma variação de temperatura corporal específica, sendo que a temperatura da superfície da pele é mais baixa nas veias superficiais do que nas artérias superficiais, mais alta em músculos do que sobre os ossos ou tendões, e é mais alta em órgãos ativos do que em órgãos em repouso (KREUZER, 2021). A Figura 5 mostra uma imagem em infravermelho referente a temperatura da pele humana.

Figura 5 - Imagem infravermelho da temperatura corporal.



Fonte: Atlas Termográfico do Corpo Humano, DANKO, et al., 2011.

Ainda em relação a Figura 4, locais como a região frontal da face (testa), região axilar e a região do peito apresentam uma maior estabilidade de temperatura referente a pele humana quando submetidas a uma variação da temperatura ambiente. Já extremidades do corpo humano como, as mãos, os pés e locais próximos, apresentam uma temperatura menor das outras áreas, sendo altamente instáveis quando submetidas a uma variação da temperatura ambiente.

A temperatura corporal pode ser medida de inúmeras formas e locais diferentes, sendo as formas menos invasivas utilizando a temperatura da pele como referência. Os sensores infravermelhos usam a reflexão da radiação produzida pelo corpo humano para detectar sua temperatura. Segundo o estudo feito por Yu Chen, *et al*, a temperatura timpânica é o local com uma temperatura mais próxima da temperatura central do corpo humano, já a temperatura da

região frontal da face é 2.1°C mais baixa que a temperatura timpânica e a região do pulso é 3.3°C mais baixa que a mesma (Yu Chen, et al, 2020).

2.3 Métodos de prevenção da Covid -19

Até dezembro de 2021, não existe tratamento comprovado para erradicar a Covid-19, assim, a OMS em conjunto com o Ministério da Saúde (MS) do Brasil, orientam uma série de cuidados que se deve ter para se proteger da doença, sendo eles:

- Evitar multidões ou contato com grupos de pessoas, evitando fazer viagens sem a devida necessidade;
- Evitar a prática de fumar ou fazer atividades que enfraqueçam os pulmões;
- Lavar as mãos regularmente com água e sabão ou com álcool 70%;
- Evitar tocar em partes do rosto sem antes higienizar as mãos;
- Cobrir a boca e o nariz ao espirrar ou tossir;
- Manter uma distância de pelo menos um metro entre si mesmo e outras pessoas, principalmente se apresentarem sintomas da doença;
- Usar máscara sempre que for em locais com circulação de pessoas;
- Ficar em casa, caso não se sinta bem.

No Brasil, locais comerciais, instituições de ensino e empresas foram obrigadas a fornecer álcool em gel 70%, para seus funcionários e seus possíveis visitantes, além disso, a entrada nestes locais sem o uso de máscara está proibida. Diante disso, este projeto visa monitorar a febre e o uso de álcool em gel, por meio de sensores sem contato, para que desta forma não ocorra contato físico durante a utilização do produto eletrônico (TRIBUNA ONLINE, 2020).

2.4 Revisão de literatura de equipamentos para a gestão da Covid-19

Neste capítulo são abordados pesquisas e desenvolvimentos de produtos eletrônicos voltados ao monitoramento de temperatura e dados de pacientes. Trabalhos estes de grande importância diante da pandemia do ano de 2021 do qual continua a crescer.

Elizabeth (2018) desenvolveu um protótipo para monitorar a temperatura de crianças menores de dois anos de idade. O projeto utilizou o microcontrolador Raspberry Pi para realizar o acesso remoto das informações via aplicativo móvel, para que assim os pais tenham total controle de seus filhos, mesmo não estando junto a eles. No projeto se utilizou uma câmera

configurada em tempo real e um sensor infravermelho para monitorar a temperatura do corpo das crianças.

Ainda, em 2011 Kaplan et al, projetou e desenvolveu um dispositivo de medição de temperatura de baixo custo e fácil utilidade para rastrear a febre em possíveis pandemias de gripe que poderiam ocorrer no futuro. Este projeto foi dividido em quatro seções: a medição, o controle, a comunicação e o monitoramento da temperatura. Para desenvolver o projeto os autores utilizaram dois microprocessadores *Texas Instruments* MSP430. Desse modo, se observa que há uma década atrás cuidados voltados à gestão da saúde já eram discutidos.

Rusimamto (2020) desenvolveu o protótipo para monitorar a temperatura na testa, com altura ajustável através de sensores que calculam a altura e distância do usuário. O sensor utilizado no projeto foi o MLX90614-ACF, que apesar de não ser um sensor da área médica apresentou resultados satisfatórios. O sistema também tira uma foto do usuário, que em conjunto com sua temperatura permanecerá anexada em um banco de dados em um *Webserver*.

No mesmo ano, Costanzo (2020) desenvolveu uma plataforma de sensores integrados para o monitoramento de temperatura sem contato, combinando um termômetro infravermelho e um sensor capacitivo de umidade. Através disso, foi possível fornecer uma medição rápida e precisa da temperatura ambiente e corporal.

Lucca (2020), elaborou uma taxonomia para controlar e monitorar dados de privacidade de pacientes em hospitais diante do grande surto da Covid-19. Através de um aplicativo os pacientes preenchem um cadastro com seus dados pessoais, juntamente com todo o seu prontuário registrado por profissionais de saúde do hospital.

Em 2020, o autor Camera, et al, projetou um dispositivo epidérmico sem fio através de um modelo de identificação de radiofrequência UHF (RFID), tornando assim um dispositivo não invasivo para o corpo. O monitoramento foi realizado através de amostragens de paramentos de saúde, enviando informações através de sensores ligados diretamente à pele do usuário.

Alguns trabalhos foram explanados em que se identificou que várias áreas e temáticas vêm se engajando para gerar evidências atualizadas durante a pandemia. Este trabalho da mesma forma, contempla desenvolver uma solução tecnológica por meio do desenvolvimento de um sistema portátil que gerencie dados coletados na prevenção da Covid-19, sendo possível

ter acesso aos dados em tempo real por meio de uma plataforma online, aportando dessa forma para a gestão em saúde e autocuidado.

Dessa forma, a proposta contempla que o indivíduo ao inserir seu código Qr code e/ou código de barras no produto desenvolvido, será armazenado seu devido nome e sua temperatura corporal automaticamente direcionando os registros coletados na nuvem. Da mesma forma, através da plataforma online desenvolvida será possível identificar os usuários que utilizaram do dispenser de álcool gel para higienização e prevenção do vírus. Esta proposta pode ser utilizada e adaptada a vários contextos, a citar o gerenciamento de funcionários e visitantes em hospitais, empresas, instituições de ensino, dentre outros.

2.5 Desenvolvimento do produto eletrônico

Um produto eletrônico é composto por uma série de componentes eletrônicos que são necessários para o seu funcionamento. Neste capítulo são descritos os possíveis componentes eletrônicos que podem ser utilizados no projeto proposto para o gerenciamento de dados na prevenção e gestão da Covid-19.

2.5.1 Microcontrolador

Um microcontrolador é um circuito integrado em um único chip, e este contém componentes para o seu funcionamento, tais como, um processador (Unidade Lógica e Aritmética-ULA), temporizadores, memória, periféricos de entrada e saída, dispositivos de comunicação serial, entre vários outros. Através de um microcontrolador se é possível realizar aplicações de sistemas digitais de maneira fácil e rápida, desde que se conheça a linguagem de programação necessária (PENIDO, et al., 2013).

Atualmente os microcontroladores são utilizados em praticamente todos os dispositivos eletrônicos digitais, tanto na vida cotidiana das pessoas por meio de seus celulares, como na indústria, por meio de controladores de processos e sensores, sendo que o grande responsável deste feito se dá por sua versatilidade e baixo custo. Atualmente existem diversos fabricantes de microcontroladores tais como, AMCC, Intel, Holek, Espressif Sistemas, Atmel e vários outros gigantes do mercado da tecnologia (KERSCHBAUMER, 2018).

Ao utilizar um microcontrolador junto com um sistema *Wi-fi* acoplado, se torna possível a comunicação de “objetos físicos" conectados à rede de internet com usuário, através de *softwares* e sensores que enviam e recebem dados, tornando a vida dos usuários mais fácil e

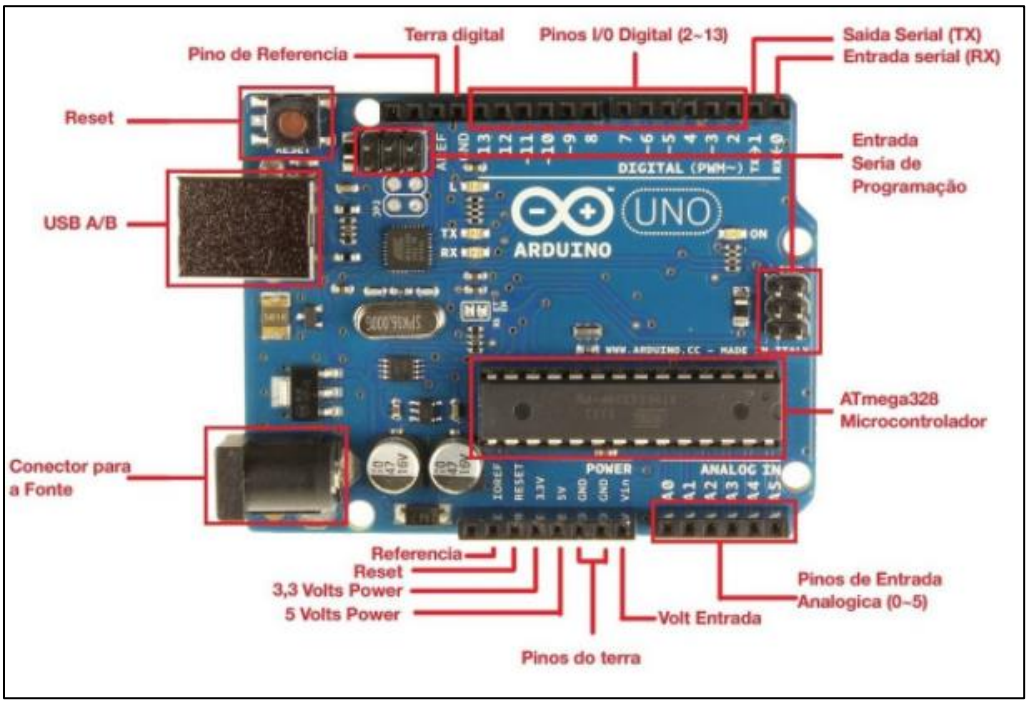
prática. Toda essa comunicação entre internet e sistema é chamada de IoT ou Internet das Coisas, que nos últimos anos se tornou algo necessário para a maioria dos projetos eletrônicos (VILLARINO, 2016).

2.5.1.1 Arduino

O Arduino é uma plataforma de desenvolvimento de computação física ou embarcada de código totalmente aberta, a mesma foi desenvolvida com a finalidade de ensinar e/ou facilitar a programação de sistemas eletrônicos, onde se é possível programar e processar as entradas e saídas de dispositivos e componentes conectados ao dispositivo (DILLY, et al., 2015). Atualmente o Arduino pode ser considerado um dos principais dispositivos de código aberto do mundo, tendo vários modelos com as mais diferentes funções (BEGHINI, 2013 apud DAL AGNOL, 2018).

O Arduino Uno é uma das mais populares placas microcontroladas lançadas pela empresa Arduino, sendo que essa versão deu início aos modelos de placas USB da marca. Esta placa basicamente contém tudo o que é preciso para dar suporte a um microcontrolador, por isso basta conectar o cabo USB ou ligar em adaptador AC-DC para ela funcionar. A Figura 6 mostra o Arduino Uno, junto com as funções de suas portas.

Figura 6 - Arduino Uno.



Fonte: Arduino uno com atmega328, Tech Sul Eletrônicos, 2021.

As especificações técnicas do Arduino Uno são apresentadas no Quadro 2 abaixo.

Quadro 2 - Especificações do Arduino Uno.

Nome comercial	**Arduino Uno**
Alimentação	5 V
Entrada	6~20V
Processador	ATmega328P
Frequência de Operação	0~16 MHz
Memória FLASH	32 KB
Memória RAM	2 KB
Memória ROM	1 KB
Pinos de I/O	14 Pinos, com 6 PWM
Wi-fi	Não Possui
Bluetooth	Não Possui

Fonte: Arduino, 2021.

O Arduino é uma ferramenta importante para quem deseja começar a programar microcontroladores, onde através do IDE (Ambiente de Desenvolvimento Integrado), se é possível desenvolver as mais diversas aplicações de uma maneira fácil utilizando a ampla banca de bibliotecas do sistema. No ano de 2021, um Arduino Uno original está custando cerca de $23.00, porém como o modelo não possui conectividade *Wi-fi*, é necessário utilizar um componente externo para realizar projetos de IoT.

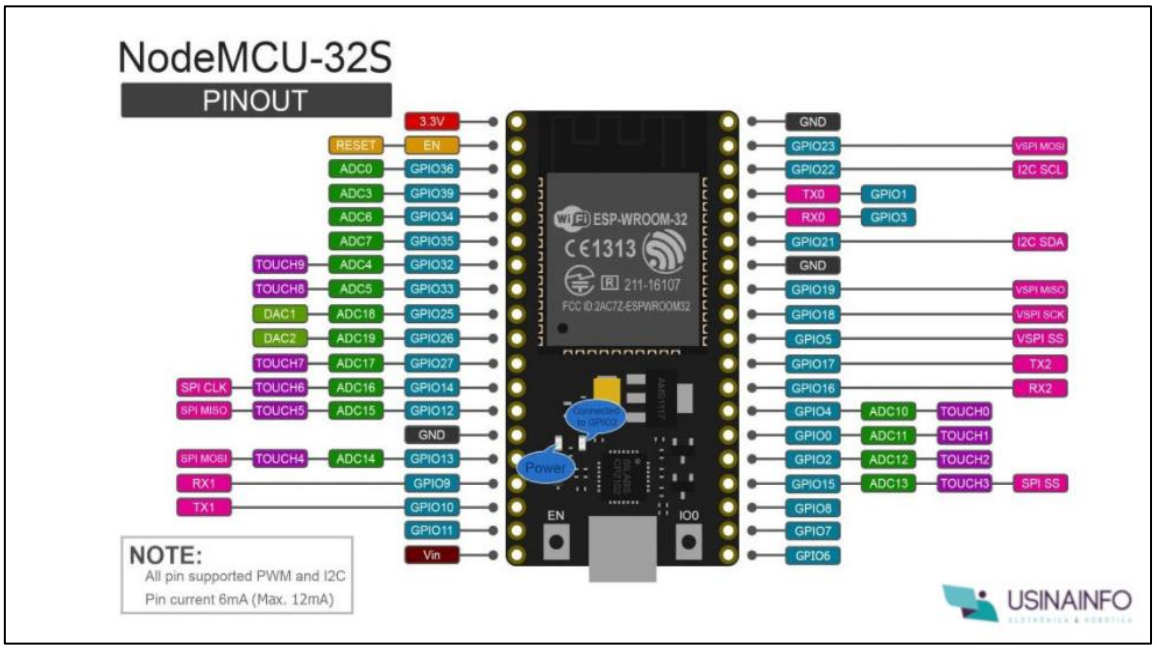
2.5.1.1 Esp32

A placa NODEMCU Esp32 é uma plataforma de desenvolvimento assim como a do Arduino e possui todos os recursos necessários para criar um projeto apenas conectando sua USB. Por conta de possuir um módulo de *Bluetooth* e *Wi-fi* já integrados na placa, acabou se tornando uma das melhores alternativas para quem deseja criar projetos IoT.

O Esp32 foi lançado pela fabricante de microcontroladores Espressif Sistemas no ano de 2016, sendo a versão mais nova de um modelo já existente no mercado o Esp8266 (desenvolvido no ano de 2015), o modelo mais novo possui um processador *Dual Core* e um sistema *Bluetooth* 4.2, que quando comparado ao seu antecessor o tornou capaz de processar e

transmitir dados de maneira muito mais rápida. A Figura 7 mostra o Esp32 junto às funções de suas portas (ALMEIDA, 2018).

Figura 7 - Esp32 e a função de cada um dos seus pinos.



Fonte: Nodemcu Esp32s, USINAINFO, 2021.

As especificações técnicas do Esp32 são apresentadas no Quadro 4:

Quadro 3 - Especificações do Esp32.

Nome comercial	**Esp32**
Alimentação	2,2~3,3 V
Entrada	5~9 V
Processador	Xtensa Dual-Core 32-bit LX6
Frequência de Operação	80~240 MHz
Memória FLASH	4 MB
Memória RAM	520 KB
Memória ROM	448 KB
Pinos de I/O	34 pinos, com 16 PWM
Wi-fi	2,4 GHz até 150 Mbps
Bluetooth	Bluetooth Low Energy 4.2 V

Fonte: ESPRESSIF SYSTEMS, 2021.

O Esp32 assim como o Arduino possui uma série de bibliotecas dos mais variados componentes através do *software* ESP-IDF (Espressif IoT *Development Framework*), que possui um ambiente versátil e poderoso. Também é possível programar através da IDE do Arduino, que é bastante conhecida por fornecer um ambiente bastante amigável de programação, junto com sua vasta quantidade de bibliotecas. No ano de 2021 o valor médio de Esp32 original varia entre $10.00 e $15.00, e por conta de possuir *Wi-fi* integrado ao seu sistema não se é necessário fazer outro investimento para desenvolver projetos IoT (CURVELLO, 2018).

2.5.2 Sensores e atuadores

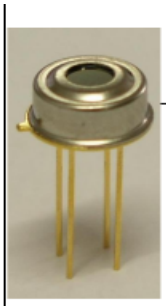
Um sensor é basicamente um dispositivo que detecta uma grandeza física e a converte em informação na forma de um sinal elétrico. Esta informação é enviada para o microcontrolador por meio de um barramento de comunicação. Já os atuadores são dispositivos que alteram uma variável controlada, por meio de um sinal recebido do microcontrolador (SILVA, 2009; CASTRO, 2019).

2.5.2.1 Sensores infravermelho de temperatura corporal

Atualmente, existem poucos modelos de sensores de temperatura corporal para a livre compra no mercado nacional e internacional, por conta da grande demanda. O sensor de temperatura MLX90614 na sua versão mais básica (BAA) é facilmente encontrado no Brasil, porém as versões para área médica que apresentam início (D) em seu nome são necessárias à sua importação (MELEXIS, 2021).

O sensor MLX90614 é um sensor de temperatura infravermelho fabricado pela empresa Melexis, que com ele é possível fazer medições de temperaturas do ambiente e de objetos sem a necessidade de contato físico. Existem várias versões do modelo MLX90614, que variam desde sua tensão de alimentação, a forma que se é adquirida a temperatura, e seu ângulo de abertura para a detecção da temperatura. A Figura 8 mostra os diferentes tipos de combinações que existem deste modelo, essas combinações são expressadas atrás de letras de A à K (Melexis, 2021).

Figura 8 - Modelos possíveis para o MLX90614.



Part No.	Temperature Code	Package Code	- Option Code	Standard part	Packing form
MLX90614	E (-40°C...85°C) K (-40°C...125°C)	SF (TO-39)	- X X X (1) (2) (3)	-000	-TU

(1) Supply Voltage/ Accuracy
A - 5V
B - 3V
C - Reserved
D - 3V medical accuracy

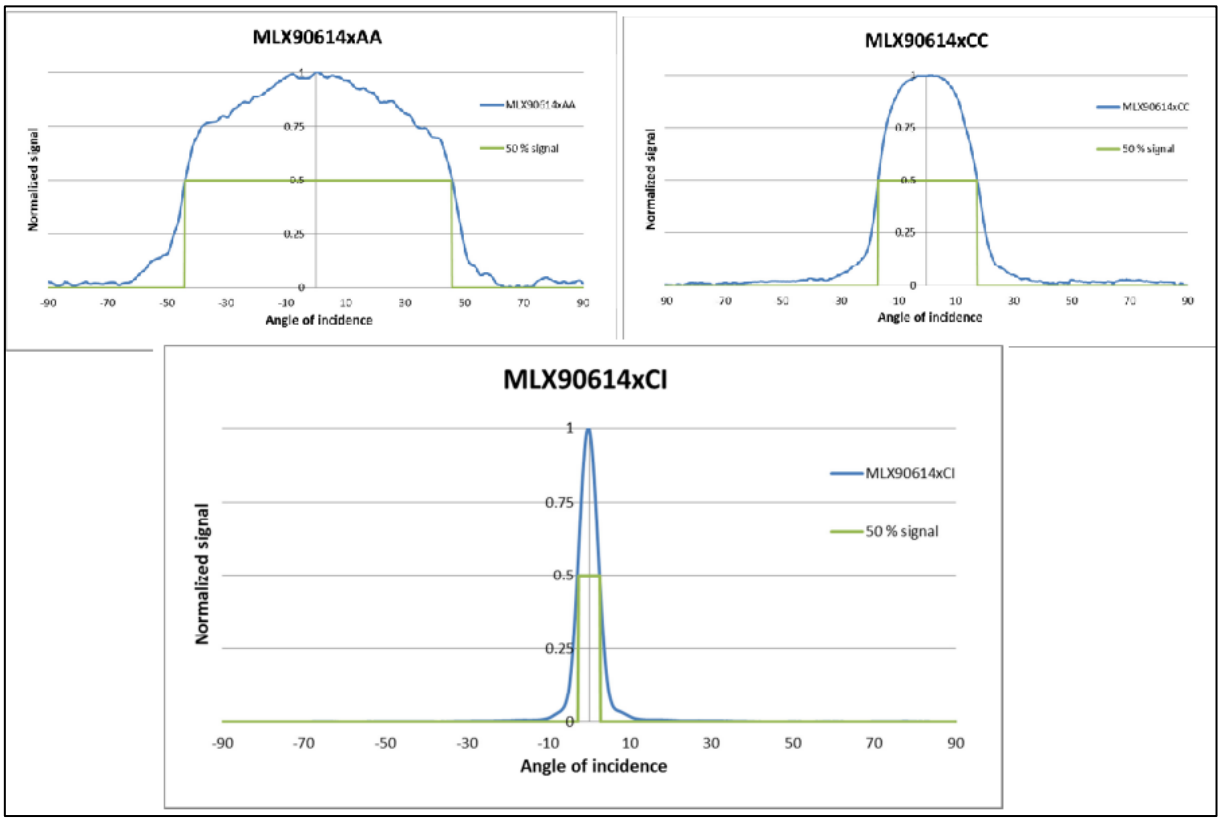
(2) Number of thermopiles:
A – single zone
B – dual zone
C – gradient compensated*

(3) Package options:
A – Standard package
B – Reserved
C – 35° FOV
D/E – Reserved
F – 10° FOV
G – Reserved
H – 12° FOV (refractive lens)
I – 5° FOV
K – 13°FOV

Fonte: MLX90614, Melexis, 2021.

Como se pode ver na Figura 8 o MLX90614 tem três opções de códigos para definir o seu modelo, as versões com inicial D (versão médica) são calibradas para medir a temperatura corporal, e possuem uma precisão de ± 0.3°C na faixa de 22° a 36°C e 38°C à 40°C, já para faixa de temperatura de 36°C a 38°C possui uma precisão de ± 0.2°C. O ângulo de abertura do sensor também é algo extremamente importante, por conta de quanto maior o ângulo mais informações são capturadas, já quanto menor, menos informações irão ser detectadas. A Figura 9 mostra a diferença dos ângulos dos modelos CI, AA, BA e CC (MELEXIS, 2021).

Figura 9 - Ângulo (FOV) dos modelos CI, AA, BA E CC.

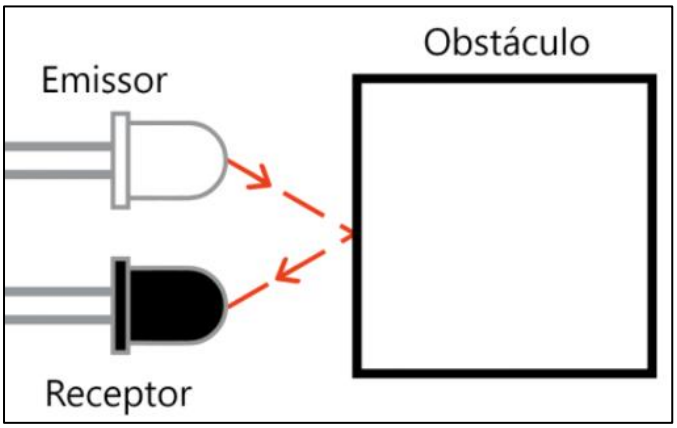


Fonte: MLX90614, Melexis, 2021.

2.5.2.2 Sensor infravermelho de obstáculo reflexivo

Os sensores infravermelhos de obstáculo reflexivo são sensores que têm a finalidade de detectar reflexões de um objeto (identificam um objeto passando por ele). De uma maneira geral eles funcionam através de dois LED's infravermelhos, sendo um emissor que fica ligado sempre e outro receptor que detecta a luz ao ser refletida por um possível objeto dentro do seu raio de operação (5 cm a 25 cm) como mostra a Figura 10, colocam sua saída em nível baixo (GUIMARÃES, 2018).

Figura 10 - Funcionamento de um sensor IR reflexivo.



Fonte: Sensor de obstáculo IR, GUIMARÃES, 2018.

2.5.2.3 Leitor de código de barras e Qr code

Um leitor de código de barras é um sensor que emite um feixe de luz vermelha e detecta as variações de cor do código de barras, caso a barra seja preta o sensor absorve a luz e coloca a posição da barra em nível alto (1), se a linha do código de barra for branca o sensor reflete a luz e coloca a posição da barra em nível baixo (0), através deste sistema ele gera um código de números em binário que é decodificado e transformado em número decimal (GS1 BRASIL, 2020).

Um Qr code é um código de resposta rápida, composto por uma dimensão horizontal e vertical (2D) que pode ser lido tanto por um celular quanto um dispositivo eletrônico destinado a este fim, através dele é possível fazer a leitura tanto de números e caracteres, quanto de letras, tornando-se assim uma ferramenta com inúmeros fins. Um Qr code é composto por uma série de caracteres dispostos por um padrão, onde a única forma de decodificar e descobrir a informação contida nele é através de *software* (CBBR, 2020).

Figura 11 - Código de barra e Qr code encontrados

no dia a dia.

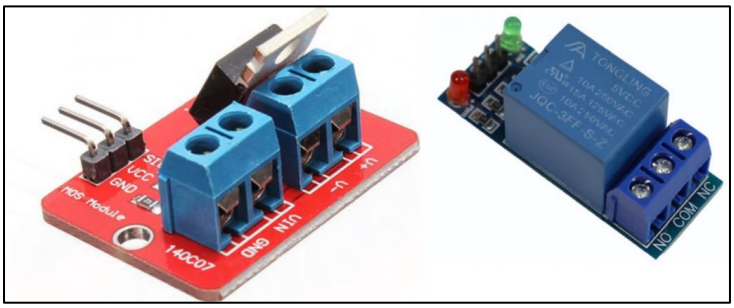
Fonte: Diferenças entre Qr code e código de barras, TagID, 2021.

2.5.2.4 Modulo relé e módulo mosfet

Um relé consiste num componente que permite acionar um dispositivo com uma corrente elevada, alternada ou contínua, a partir de um sinal elétrico com uma baixa corrente. De modo geral, *datasheets* apresentam o módulo relé com cinco entradas, onde duas são para o acionamento e três para o dispositivo externo a ser ligado numa determinada saída.

Um *mosfet* tem várias utilidades na eletrônica que vão desde amplificar um sinal a controlar um dispositivo através de chaveamento. Com o modelo IRF520N (e suas variantes) se torna possível não só controlar o acionamento de um motor com até 24V como também sua velocidade, tornando assim um dispositivo prático para finalidades que necessitam uma maior precisão. A Figura 12 mostra um módulo de relé e um módulo mosfet de 5V (CASTRO, 2019; MORAES, 2020).

Figura 12 - Módulo de mosfet e relé.



Fonte: Módulo relé 5v, BAÚ DA ELETRÔNICA, 2021.

O módulo relé e o *mosfet* são utilizados no projeto proposto para acionar possíveis dispositivos eletrônicos (motores e sensores) que necessitam de uma tensão maior que o

microcontrolador possa fornecer, tornando assim possível fazer o seu controle de maneira rápida e eficiente.

2.5.3 Display e website

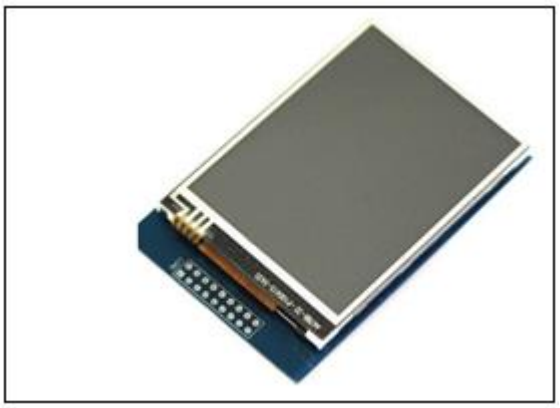
O *display* e o *Website* fazem parte do sistema de comunicação e interface de monitoramento do projeto proposto, onde através do *display* será possível visualizar a temperatura do usuário instantaneamente, assim como apresentar a indicação do uso do álcool gel, e por meio do *Website* se poderá gerenciar a temperatura corporal do usuário e a informação do uso de álcool gel como forma de prevenção da Covid-19.

2.5.3.1 Tipos de display

Existem vários tipos de *displays* compatíveis com plataformas de desenvolvimento como o Esp32 e o Arduino, sendo dos mais diversos tamanhos, resoluções e preços. Os modelos facilmente encontrados são *display* TFT LCD (com ou sem *touchscreen*), matriz de pontos, tela OLED branca, Visor LCD 16x4 ou 16x2 e *display* LED de tubo digital. Cada um dos modelos tem diferentes funções e características para se utilizar nos mais diversos projetos de produtos eletrônicos (SANTOS, 2016).

Os modelos TFT LCD (com ou sem *touchscreen*), são os modelos que apresentam a maior resolução dos modelos citados, este tipo de *display* é comumente usados em televisores, monitores de computador e até celulares por fornecerem uma boa qualidade de imagem vista em ângulo frontal. A Figura 13 apresenta um monitor TFT (SANTOS, 2016).

Figura 13- Monitor TFT.



Fonte: 7 Monitores compatíveis com Arduino para seus projetos eletrônicos, SANTOS, 2016.

2.5.3.2 Display Nextion

As telas Nextion são *displays touchscreen* do tipo TFT LCD, que segundo sua fabricante ITEAD STUDIO são "*uma solução de interface homem-máquina (HMI) que combina um processador onboard e tela de toque de memória com o software Nextion Editor para o desenvolvimento de projetos de HMI GUI.*" As telas Nextion estão disponíveis em vários tamanhos desde 2.4 polegadas á 10.1 polegadas nos modelos de série inteligente, avançado e básico (NEXTION, 2021). A Figura 14 mostra os modelos de tela Nexion de série inteligente.

Figura 14 - Modelos de telas da série inteligente da Nextion.

Fonte: Série inteligente, NEXTION, 2021.

O *software* Nextion Editor é um programa computacional exclusivo das telas Nextion que oferece uma interface fácil e prática para criar os diferentes projetos de maneira intuitiva, com ele se torna possível adicionar botões *touchscreen*, imagens e vídeos rapidamente e sem sobrecarregar o microcontrolador usado no projeto, pois as telas Nextion já contém um microcontrolador interno (NEXTION, 2021).

2.5.3.3 Website

Um *Website* é um conjunto de páginas de *Web*, normalmente com o mesmo endereço (URL), sendo que cada página de *Web* apresenta URL (*Uniform Resource Locator*) único, que podem conter textos, vídeos, áudios, entre diversas outras coisas. De maneira geral, um *Website* é desenvolvido sob as linguagens de programação HTML, CSS, JavaScript, PHP, Python e Java do qual, se é possível mesclar duas ou mais linguagem na mesma página (WEBOLTO, 2021).

Atualmente existem ferramentas como WordPress para tornar o processo de criação de um *Website* mais fácil e rápido, no qual qualquer pessoa sem nenhum contato com linguagens de programação pode criar seu site rapidamente. O WordPress é um sistema *open-source*, ou seja, apresenta código aberto, tornando possível fazer modificações em seu código, caso for necessário (KINSTA, 2021).

3 METODOLOGIA

Neste capítulo são apresentados os procedimentos metodológicos para o desenvolvimento do trabalho proposto, embasando-se no referencial teórico, de modo a explanar as formas de desenvolvimento do produto eletrônico voltado ao gerenciamento de dados e gestão da Covid-19.

3.1 Definição dos parâmetros

Os parâmetros do projeto de desenvolvimento do produto eletrônico foram definidos com base no referencial bibliográfico exposto anteriormente. Considerando os principais sintomas da Covid-19 foi proposto o monitoramento da temperatura corporal, sendo este diagnosticado em 55,9% dos pacientes (SPINATO et. al., 2020). Visando também a prevenção da disseminação do vírus foi definido mapear os usuários que fazem o uso do álcool gel.

Para aferir a febre é necessário um termômetro de precisão, de preferência da área médica, para fornecer o parâmetro adequado de forma precisa. Diante do estudo realizado e analisando a Figura 4, locais como a região frontal da face, região axilar e a região do peito, são os locais que apresentam as menores variações de temperatura da pele quando submetidas a uma variação da temperatura ambiente. Diante disso, a região frontal da face é o único local acessível para se realizar as medições nos moldes propostos do produto eletrônico.

Além do monitoramento de temperatura corporal, outro parâmetro muito importante é o uso de álcool em gel, já que todos estabelecimentos comerciais, industriais e instituições de ensino devem fornecê-lo para seus funcionários e visitantes. Diante disso, este projeto propõe o desenvolvimento de um sistema de monitoramento de temperatura corporal, com um dispenser de álcool em gel para que os usuários possam utilizá-lo.

3.2 Desenvolvimento da interface e design do produto eletrônico

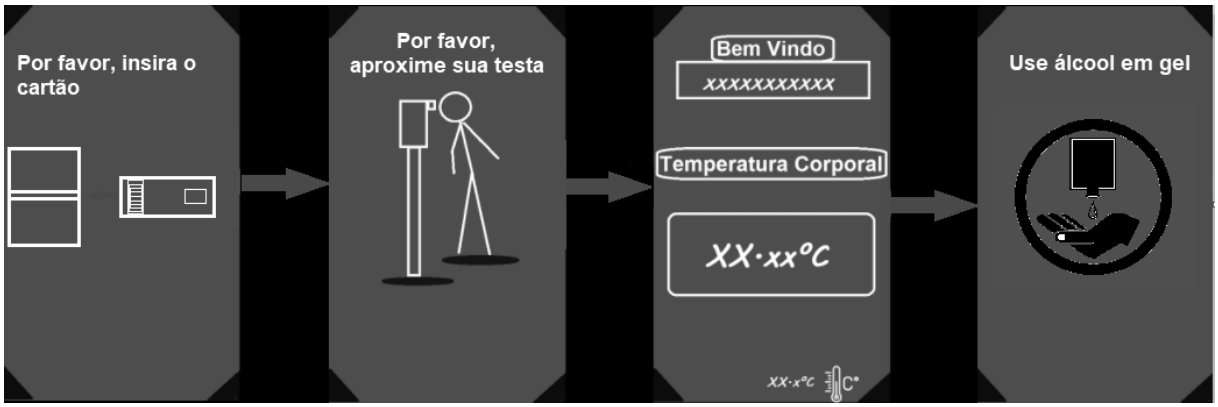
Um produto eletrônico deve dispor de uma interface intuitiva, apresentando as informações de uma maneira simples e direta, bem como um *design* que facilite o seu uso e chame atenção para não passar despercebido. Dessa forma, foram considerados aspectos de interface intuitivos, lógicos e de fácil manuseio, para garantir a usabilidade do produto eletrônico.

3.2.1 Interface do produto eletrônico

O desenvolvimento da interface gráfica do projeto eletrônico foi realizado em duas etapas, sendo a primeira o desenvolvimento da arte em *photoshop* e em seguida a sua implementação no *software* Nextion Editor.

O Adobe Photoshop é um *software* que apresenta diversas soluções para edição e criação de imagens, e através dele foi possível a criação de uma interface básica para o desenvolvimento do produto eletrônico, o qual deve apresentar a temperatura corporal com uma fonte adequada e visível. A Figura 15 mostra um esboço da interface a ser desenvolvida.

Figura 15 - Esboço de interface.



Fonte: Próprio autor, 2021.

A ordem de operação da interface do produto eletrônico se inicia com um vídeo de instruções para que o usuário se identifique por meio de um cartão (Qr code ou código de barras), após isso, o usuário é orientado de forma ilustrativa para medir sua temperatura corporal aproximando sua região frontal da face (testa) e posteriormente fazer o uso do álcool em gel.

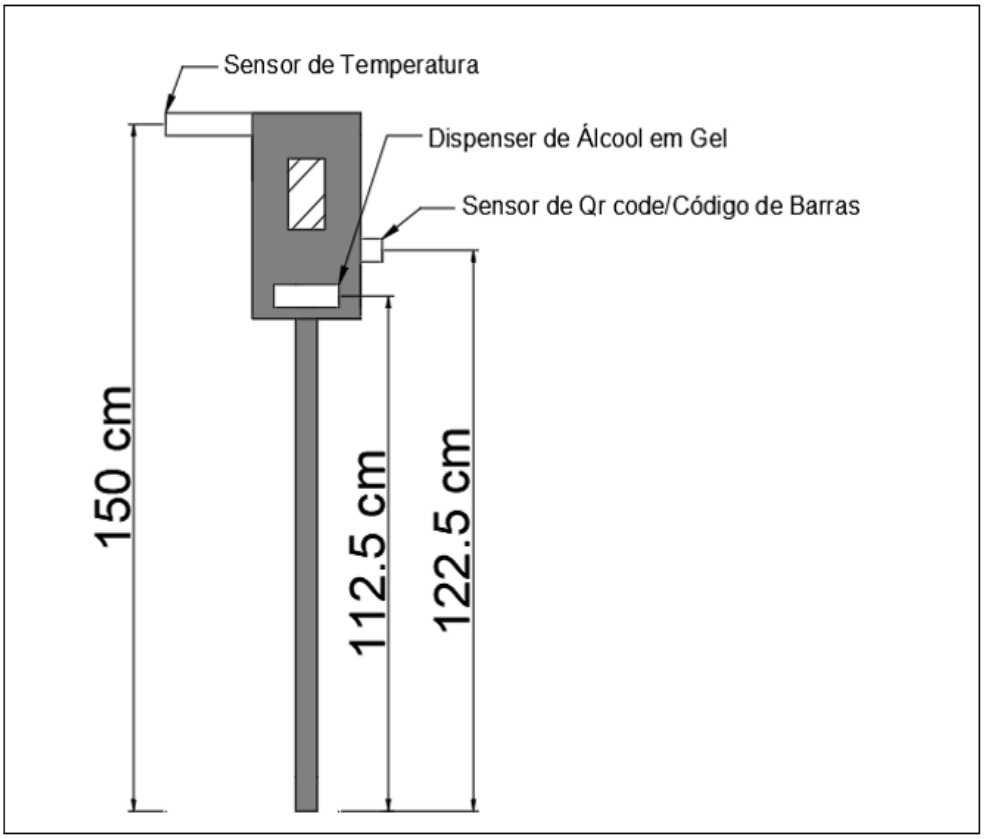
Após definida a arte da tela foi implementado o *software* Nextion Editor, sendo responsável pela integração com o microcontrolador, preenchendo os espaços da terceira imagem da Figura 15 (esboço de interface) direcionados com “xxxx”, informações obtidas através da leitura dos sensores, além disso, caso o usuário apresente temperaturas elevadas aparecerá uma imagem orientando para que o mesmo faça uma nova medição para comprovar a temperatura alta obtida anteriormente, caso a temperatura se mantenha, pedirá para o usuário se dirija até uma Unidade de Saúde.

3.2.2 Design do produto eletrônico

O *design* do produto eletrônico foi realizado por meio do *software* AutoCad 3D, nele é possível criar blocos em 3 dimensões e depois juntá-los para reproduzir o produto final, porém antes de começar a criar o design se deve criar parâmetros que o projeto deve conter, sendo primeiramente a altura para as medições da região frontal da face, do Qr code, do álcool em gel e da tela de exibição.

Segundo a Jonathan Amos do jornal BBC (AMOS, 2016), a altura média dos homens no Brasil é de 173 cm, já das mulheres é de 160 cm, diante desta informação foi considerada uma aproximação dessas alturas para instalação do sensor de temperatura, sensor código de barras/Qr code e dispersor de álcool em gel. A Figura 16 mostra um esboço do dispositivo eletrônico com as alturas definidas dos sensores.

Figura 16 - Esboço do dispositivo eletrônico com altura dos sensores.



Fonte: Próprio autor, 2021.

Como apresentado na Figura 16, o sensor de temperatura ficou definido com uma altura de 150 cm, esta altura está 10 cm mais baixa da média de mulheres adultas, para que assim

alcance confortavelmente a região frontal da face (testa). Para pessoas com uma altura maior foi proposto uma inclinação de 25° na estrutura do projeto referente a área do sensor de temperatura, desta forma será mais confortável a realização das medições.

3.3 Definição dos componentes eletrônicos

Os componentes eletrônicos utilizados para o desenvolvimento do sistema de gerenciamento de dados na prevenção e gestão da Covid-19 como já mencionado, foram definidos com base no referencial teórico, que atendem as necessidades do projeto, bem como a sua disponibilidade para compra no mercado nacional e internacional. Diante destes fatores, foram definidos os seguintes componentes para o projeto:

1. Esp32 - Microcontrolador
2. MLX90614 DCI - Sensor de temperatura
3. Módulo mosfet IRF520N
4. Módulo sensor de obstáculo infravermelho LM393
5. Bomba dosadora peristáltica para líquidos 12V
6. Tela NEXTION NX8048P070-011C
7. Sensor GM67 - Leitor Qr code/ código de barra
8. Módulo Buzzer mini ativo

O microcontrolador Esp32 foi escolhido para o projeto por conter especificações muito superiores que ao Arduino, além disso, ele possui um módulo de *Wi-fi* e *Bluetooth* integrados à sua placa. O modelo DCI do sensor de temperatura MLX90614 é um dos poucos modelos ainda disponíveis para a compra no mercado internacional, além disso o mesmo apresenta um baixo ângulo (5° graus), possibilitando assim uma maior precisão para o sensor.

No projeto do dispenser de álcool em gel foi utilizada uma bomba dosadora peristáltica de 12V, esse tipo de bomba funciona por meio de um tubo flexível em um movimento peristáltico, onde conforme o motor gira, o mesmo comprime a tubulação para forçar a passagem do fluido, além disso, quando o motor para de girar a tubulação fica com uma certa pressão negativa e por isso o líquido não escorre para fora da tubulação, o motor peristáltico também permite que seja utilizado álcool no seu estado líquido, caso seja necessário (BURKE, 2018).

Para o controle de proximidade foi selecionado o módulo LM393, por conta de ter alcance de 5 à 25 cm, o que o torna uma solução adequada para detectar movimentos. Para controlar a bomba dosadora que será usada no dispersor de álcool em gel foi escolhido o *mosfet* IRF520N, pelo fato de ser capaz de controlar a velocidade da bomba usando o microcontrolador Esp32. A tela Nextion NX8048P070-011C apresenta um custo benefício adequado quando comparado ao seu tamanho e seus recursos. Já o sensor GM67 é um dos poucos módulos disponíveis no mercado internacional que possibilita a leitura tanto de QR code como de código de barras.

O módulo buzzer mini ativo será integrado junto com os dois sensores de proximidade para que no momento que o usuário utilizar o álcool em gel, ou medir sua temperatura, seja feio um sinal sonoro que irá indicar que a operação foi concluída.

3.4 Possíveis ajustes e calibração dos sensores

A calibração dos sensores utilizados é de vital importância para o adequado funcionamento deste projeto que visa o monitoramento de temperatura corporal. O sensor MLX90614 DCI já vem calibrado de fábrica para apresentar uma maior precisão nas faixas de temperaturas de 22°C a 40°C (cerca de 0.3%), porém para que apresentem resultados satisfatórios, é necessário alterar sua emissividade. A emissividade corresponde entre a relação da radiação emitida de uma superfície real e a radiação influenciada de um corpo negro (JÚNIOR, 2018).

Além da emissividade, a temperatura corporal varia de inúmeras formas, sendo a principal a temperatura ambiente, por conta desse fator foi necessário realizar um ajuste entre a relação de temperatura corporal na região frontal da face pela diferença da temperatura ambiente.

Além da temperatura corporal, o sensor de proximidade e o tempo que a bomba peristáltica permanece acionada também devem ser ajustados, sendo que para o sensor de proximidade se deve analisar a distância de acionamento ideal para cada uma das aplicações (temperatura e álcool em gel), junto com o projeto físico concluído, do mesmo modo, o tempo de funcionamento da bomba peristáltica deverá ser ajustado para que saia somente a quantidade necessária, de álcool em gel para cada uso.

3.5 Programação do microcontrolador

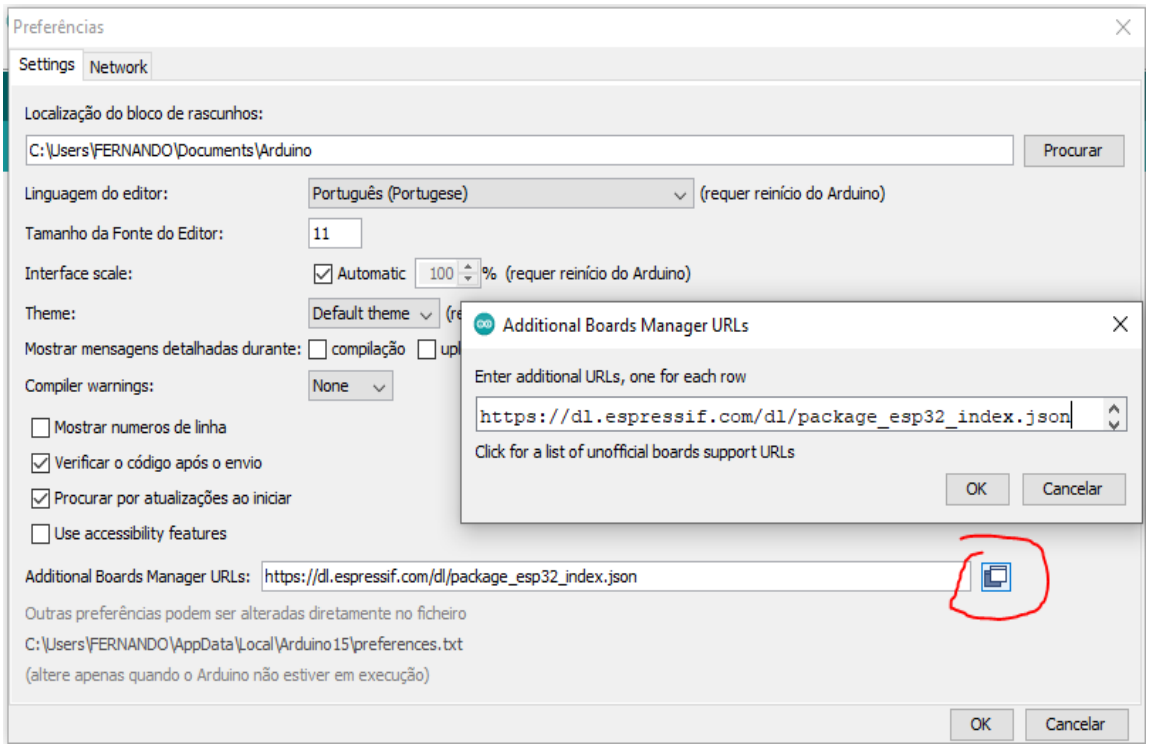
Para que se possa programar o Esp32 utilizando a IDE do Arduino primeiramente se deve instalar a biblioteca, após isso toda a interface e bibliotecas da própria IDE do Arduino podem ser usadas. O desenvolvimento do projeto encontra-se esquematizado por meio de um fluxograma, que será usado para explicar cada etapa de programação.

3.5.1 Instalação da biblioteca do Esp32

Com os componentes eletrônicos já definidos foram realizados testes de funcionamento e a junção dos componentes no mesmo microcontrolador, sendo ainda necessário realizar testes para o seu perfeito funcionamento. A programação do Esp32 foi realizada por meio da IDE do Arduino por apresentar uma interface intuitiva ao programador.

Para a IDE do Arduino reconhecer o Esp32, primeiramente é necessário clicar em **Arquivos > Preferências,** uma janela igual a Figura 17 irá ser aberta, após isso se deve clicar na aba de URL's, Adicionais para Gerenciadores de Placas, e colocar a seguinte URL "https://dl.espressif.com/dl/package_esp32_index.json", clicando em OK e OK novamente na aba de preferencias.

Figura 17 - Início da instalação da biblioteca do Esp32.



Fonte: Próprio autor, 2021.

Após salvar e adicionar a URL na aba preferências, deve-se seguir os seguintes passos, clicar em **Ferramentas > Placas > Gerenciador de Placas, e** digitar “Esp32”, irá aparecer a biblioteca referente ao Esp32, após isto é só clicar em instalar. Feitos todos os passos descritos acima o Esp32 estará pronto para ser usado com a IDE do Arduino.

3.5.2 Programação

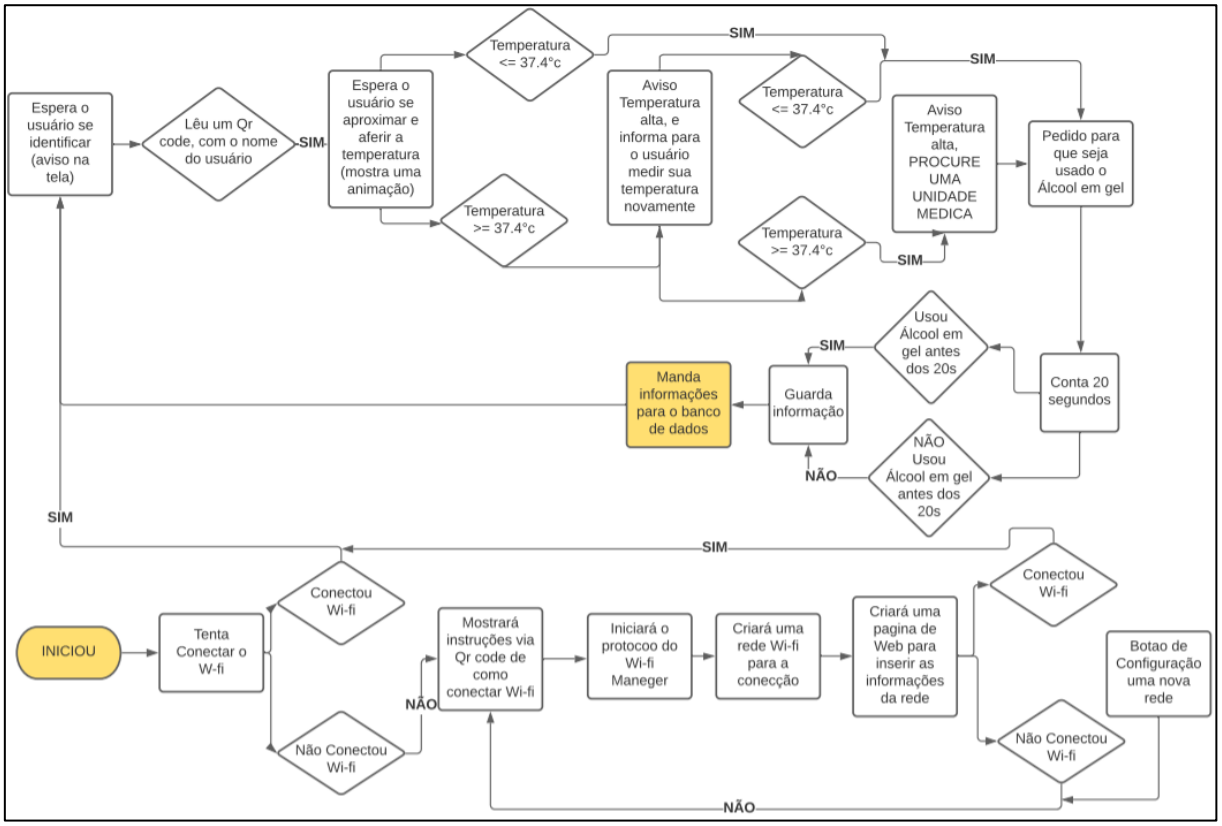
Inicialmente, para este projeto, foram propostos os testes via IDE do Arduino com a integração de todos os componentes para que, desta forma, fosse possível entender melhor o seu funcionamento, posteriormente foi realizada a junção de 2 ou mais componentes com o microcontrolador, fazendo-se os devidos ajustes necessários.

Para a primeira etapa do funcionamento do produto eletrônico, foi proposta uma forma para o gestor (usuário final) conectar a rede de *Wi-fi* do local que será colocado o dispositivo, do qual seguirá as seguintes ordens de funcionamento: no momento que o dispositivo for ligado, o Esp32 tentará conectar a uma rede *Wi-fi*, de forma que caso não conseguir, iniciará o protocolo de *Wi-fi* Manager, que nada mais é que uma biblioteca que serve como gerenciador de conexões *Wireless*, neste mesmo tempo deverá aparecer uma imagem na tela Nextion com um Qr code, do qual ao ser escaneado será direcionado para um *Website* com informações da forma correta para realizar a conexão com o dispositivo.

Ao seguir as instruções e conectar à uma rede *Wi-fi*, se iniciará a segunda etapa do funcionamento do dispositivo, do qual inicialmente aparecerá uma animação pedindo para que o usuário insira o cartão de identificação com seu Qr code, após isso, mostrará uma animação mostrando a forma correta de como medir a temperatura corporal, do qual, caso for acima de 37.4° C, mostrará um aviso para medir novamente a temperatura e caso for novamente acima de 37.4° C mostrará aviso para o usuário se dirigir até uma unidade médica.

No caso a temperatura corporal ficar abaixo de 37.4° C, o usuário seguirá para etapa do uso do álcool em gel, do qual será mostrado na tela para que seja feito o seu uso e iniciará um cronômetro interno de 20 segundos para monitorar o seu uso, e posteriormente armazenado assim as informações como nome de usuário, sua temperatura e se usou o álcool em gel (SIM ou NÃO), mandando para o banco de dados via requisição HTTP com o formato de POST. A Figura 18 mostra o fluxograma de funcionamento do projeto.

Figura 18 - Fluxograma do projeto.



Fonte: Próprio autor, 2021.

3.6 Desenvolvimento do Website

O desenvolvimento do *Website* se dá primeiramente, diante dos itens obrigatórios que o mesmo deve conter, tais como: uma página de login e cadastro de produto totalmente funcional com mensagens de todos os possíveis erros que um o usuário passa cometer, do qual ao logar no sistema, deverá conter duas guias, um referente à página mostrando todas as medições em tempo real referente ao mesmo dia e outra página referente ao histórico de todas medições que foram realizadas.

3.7 Estimativa de custos

A estimativa de custos inicial do projeto foi realizada considerando os valores dos componentes eletrônicos e uma previsão dos valores a serem gastos referentes à estrutura física do produto final, do qual foi considerado o custo referente a uma estrutura totalmente em

plástico. Os valores podem variar conforme a conversão do dólar para o real, pois os componentes com valor aquisitivo maior foram importados.

3.8 Definição do ambiente para validação da proposta

Por conta da limitação referente à altura do dispositivo eletrônico, o projeto deverá ser utilizado em ambiente com predominância de pessoas adultas, podendo ser utilizado em empresas de diversos segmentos e instituições de ensino superior. Diante disso, este projeto propõe primeiramente a sua validação, que através da integração da internet com o microcontrolador tornará possível que gestores monitorem todos os dados que forem adquiridos em tempo real, acessando o *Website*.

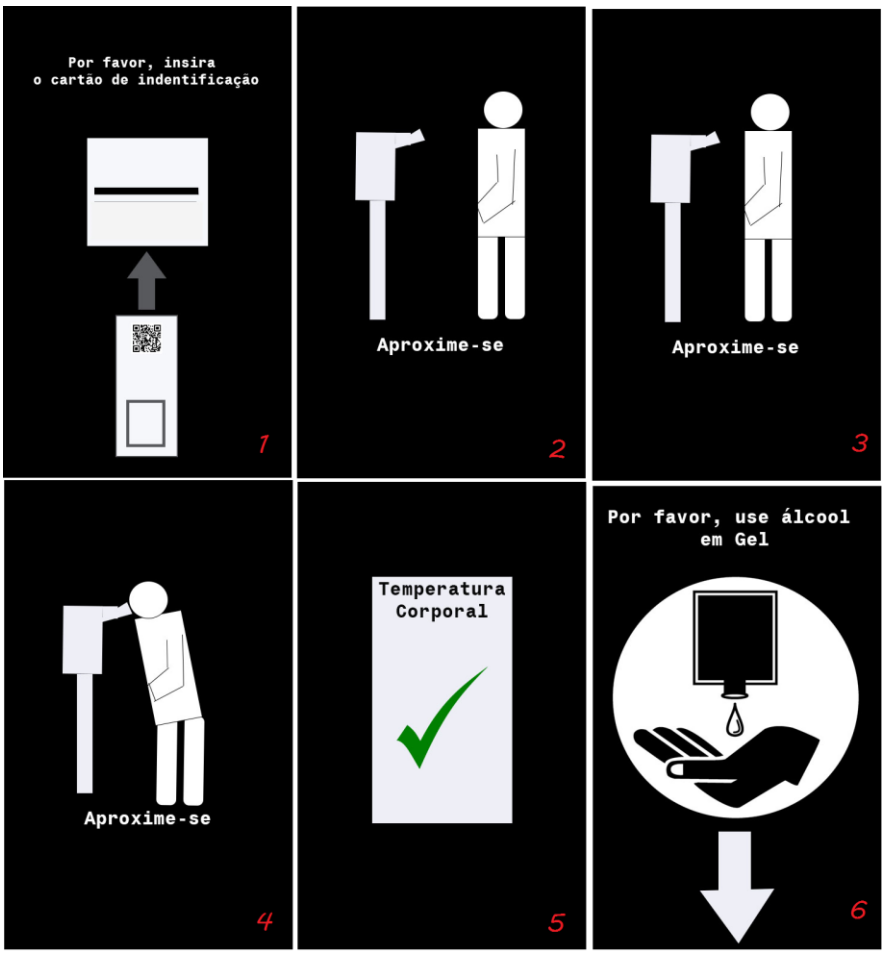
4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Com base na metodologia proposta este capítulo apresenta os resultados do desenvolvimento de interface, proposta 3D e design do produto eletrônico, bem como os ajustes e a calibração dos sensores que foram utilizados, além da apresentação do produto eletrônico desenvolvido.

4.1 Desenvolvimento da interface do produto eletrônico

A interface desenvolvida visa a usabilidade do produto eletrônico, desta forma, foram desenvolvidas instruções visuais através do *software* Adobe Photoshop, que posteriormente foram juntadas para formar pequenas animações de cada etapa que o usuário irá realizar para que desta forma possa identificar a forma correta de se identificar, aferir sua temperatura e a utilizar o álcool em gel. Na Figura 19 é possível identificar as imagens desenvolvidas.

Figura 19 - Imagens da usabilidade do produto eletrônico.

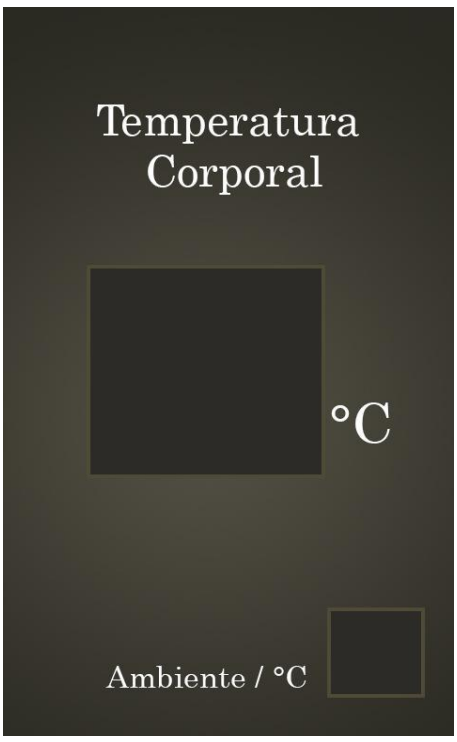


Fonte: Próprio autor, 2021.

A Figura 19 indica que o usuário deve primeiramente se identificar pelo seu cartão e/ou Qr code, após, deve ocorrer a sua aproximação ao produto eletrônico, realizando uma leve inclinação para que a região frontal da face se aproxime do local para aferir a temperatura do usuário, após essa etapa é apresentada uma recomendação para que seja realizado o uso de álcool em gel, disponível abaixo da localização da tela. As animações são compostas por *frames* (imagens), do qual juntas mostram a forma correta de se identificar e medir a temperatura corporal.

Quando o sensor de Qr code e/ou código de barras detectar um usuário a animação é pausada, e sendo exibida uma mensagem de bem-vindo(a), e começará a animação de como aferir a temperatura. Caso a temperatura medida seja abaixo de 37.4° C aparecerá a imagem referente a Figura 20, caso for maior aparecerá a imagem da Figura 21, solicitando para que seja realizada uma nova verificação de temperatura, seguindo novamente a sequência a animação de como realizar a medição da temperatura do corporal, e se mantendo acima de 37.4° C mostrará a imagem da Figura 22 solicitando que o usuário se dirija para uma unidade médica do local, em sequência aparece na tela a recomendação do uso de álcool em gel.

Figura 20- Interface de temperatura.



Fonte: Próprio autor, 2021.

Figura 21- Interface temperatura alta.

Fonte: Próprio autor, 2021.

Figura 22 - Interface de temperatura alta confirmada.

Fonte: Próprio autor, 2021.

Também foi desenvolvida uma interface para que seja realizada a conexão *Wi-fi*, sendo criada uma imagem para escanear um Qr code, do qual contém um link referente a uma página do *Website* que foi desenvolvida com instruções de como realizar a conexão do *Wi-fi* do local que o dispositivo se encontra. Esta imagem será exibida toda vez que o dispositivo não conectar a uma rede ou no momento em que for apertado o botão de reset, para que seja realizada uma nova conexão de rede do dispositivo. A Figura 23 apresenta a imagem que será exibida na tela do dispositivo para esta situação.

Figura 23 - Interface conexão Wi-fi.

Fonte: Próprio autor, 2021.

4.2 Desenvolvimento do design do produto eletrônico

O produto eletrônico foi desenvolvido com base nas alturas definidas na metodologia, sendo 150 cm a altura do sensor de temperatura corporal que deve ser utilizado para medir a região frontal da face. Por conta da altura ser relativamente baixa para pessoas de estatura maior, foi desenvolvido um *design* que ofereça uma inclinação de 25° para que assim fique confortável o uso do dispositivo eletrônico.

O *design* do produto eletrônico foi desenvolvido por meio do *software* AutoCad 3D. Na Figura 24 é possível identificar diferentes texturas em cada parte do dispositivo eletrônico, cores marrons foram produzidas em madeira, bem como a sua base, partes brancas onde os sensores encontram-se alocados foram produzidas em plástico e anexadas à madeira, sendo possível realizar a higienização.

Figura 24 - Renderização do dispositivo eletrônico.

Fonte: Próprio autor, 2021.

4.3 Ajustes e calibração dos sensores

O sensor MLX96014 já vem previamente calibrado de fábrica para temperaturas na faixa de 22°C à 40°C, porém para se ter uma maior precisão no sensor de temperatura, foi necessário alterar a emissividade do sensor via código de programação. Segundo o trabalho de Fernando Antonio de Farias Aires Junior (2018), a emissividade da região frontal da face da pele humana é 0.98, este valor condiz com a Lei de Planck, já que a pele humana apresenta uma radiação muito próxima a um corpo negro.

Para obter a calibração do sensor MLX90614 foram realizadas várias medições utilizando o termômetro HG01, marca HI8US. As medições foram realizadas no período da manhã e em um clima frio, para que assim fosse possível identificar a diferença dos resultados

do sensor MLX90614 com sua emissividade alterada, e do termômetro HG01 diante da temperatura da região frontal da face.

Tabela 2 - Comparação de temperaturas na região frontal com o sensor MLX90614 e termômetro infravermelho HG01, HI8US.

Temperatura HG01 (°C)	**Temperatura Medida MLX(°C)**
34,6	34,5
34	34,1
35	35,3
35	34,87
35,4	35,6
35,7	35,6
35,1	35,3
34,5	34,3
34,9	34,8
35,3	35,1

Fonte: Próprio autor, 2021.

Observa-se que as temperaturas medidas apresentaram uma pequena diferença entre elas que está previsto por conta do erro de precisão de 0.3% dos sensores, sendo seu erro absoluto menor que 0,31. O valor médio de temperatura referente ao termômetro HG01 foi 34,96°C e do sensor de temperatura MLX90614 foi de 34,94°C. Outro fator a ser analisado é referente a baixa temperatura que foi medida, isto se dá por conta do impacto que a temperatura ambiente tem diante da temperatura da pele humana.

Assim, novas medições foram realizadas utilizando um termômetro digital Th1027 da marca G-tech na região axilar. Este termômetro é via contato e demora alguns segundos para medir a temperatura, o qual foi usado para ter uma real noção da possível temperatura corporal no instante que foram realizadas as medições de temperatura na região frontal da face, utilizando-se novamente o sensor MLX90614, que além de medir a tempera corporal fornece a temperatura ambiente. Se considerou também mapear os horários das medições e a temperatura ambiente.

Os valores medidos utilizando o termômetro digital Th1027 na região da axila apresentaram uma média de 36,43°C, sendo até 1.49°C mais alto do que a média dos valores obtidos pelo sensor MLX90614 utilizado na região frontal da face, apresentando desvio padrão médio de 0.84 quando comparado às médias dos valores dos dois locais de temperatura.

Tabela 3 - Comparação de temperaturas na região axilar com o termômetro Th1027, da G-tech e o sensor MLX90614.

Termômetro Th1027 (°C)	**Temperatura Medida MLX90614 (°C)**	**Temperatura sensor Ambiente (°C)**	**Temperatura ambiente fora (°C)**	**Horário**
36.4	34,5	13	7	07:32
36.3	34.3	13	6	07:50
36.3	34.1	13	7	07:54
36.2	35.3	13	8	08:16
36.5	34.8	13	8	08:47
36.6	34.8	15	9	08:53
36.4	35.6	15	10	09:19
36.5	35.1	15	10	09:21
36.6	35.6	15	12	10:09
36.5	35.3	15	15	11:09

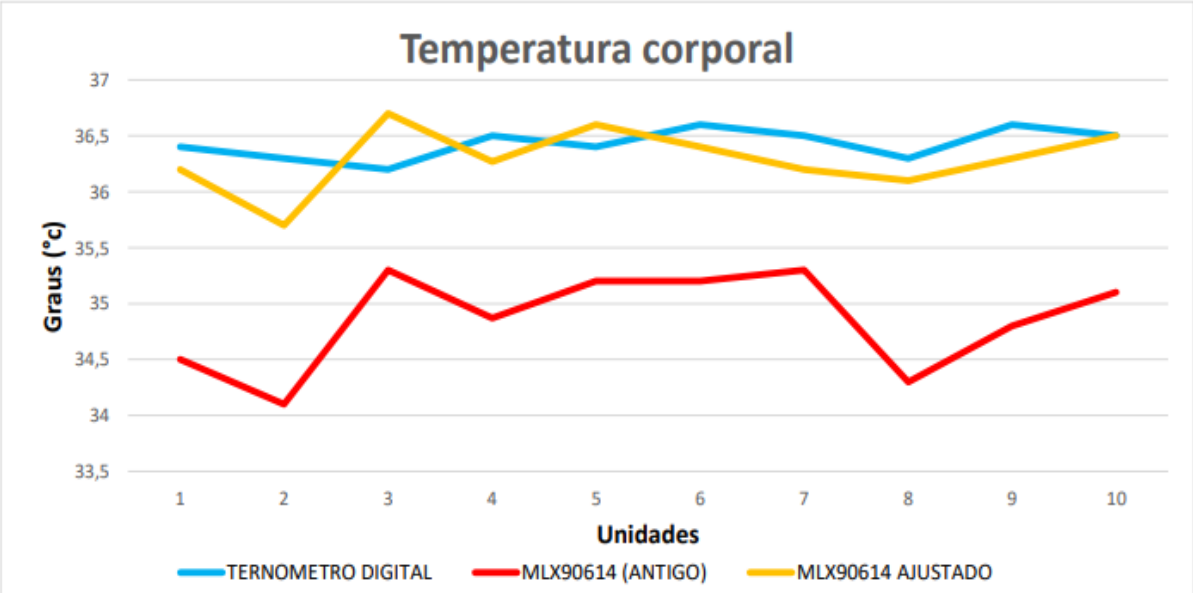
Fonte: Próprio autor, 2021.

Para que seja realizado a correção das leituras referentes a temperatura corporal dos usuários, foi desenvolvida uma equação que relaciona a temperatura corporal e a temperatura ambiente, do qual será aplicado quando a temperatura do local estiver abaixo de 24° C, pois entre as temperaturas ambientes de 24 °C a 26°C o corpo humano apresenta um estado de conforto e, portanto, não há uma perda de calor significativa já que é uma temperatura ambiente neutra (SOMEREN, 2011). A Equação 01 mostra a fórmula de correção de temperatura que foi aplicada.

$$Temperatura\ corrigida\ = (\ Tcorporal - (\frac{-24°C+T\ ambiente}{10}) \quad (1)$$

A comprovação da eficácia da Equação 01, se deu diante do gráfico gerado e utilizando os valores obtidos pela Tabela 3, do qual apresentou resultados satisfatórios quando comparado aos valores obtidos pelo termômetro th1027, pois apresentaram um erro de precisão menor que 0.3% validando os resultados. A Figura 25 mostra o gráfico gerado com os valores do Th1027 e da temperatura corporal antes e depois da correção.

Figura 25 - Gráfico de resultados de temperatura corporal.

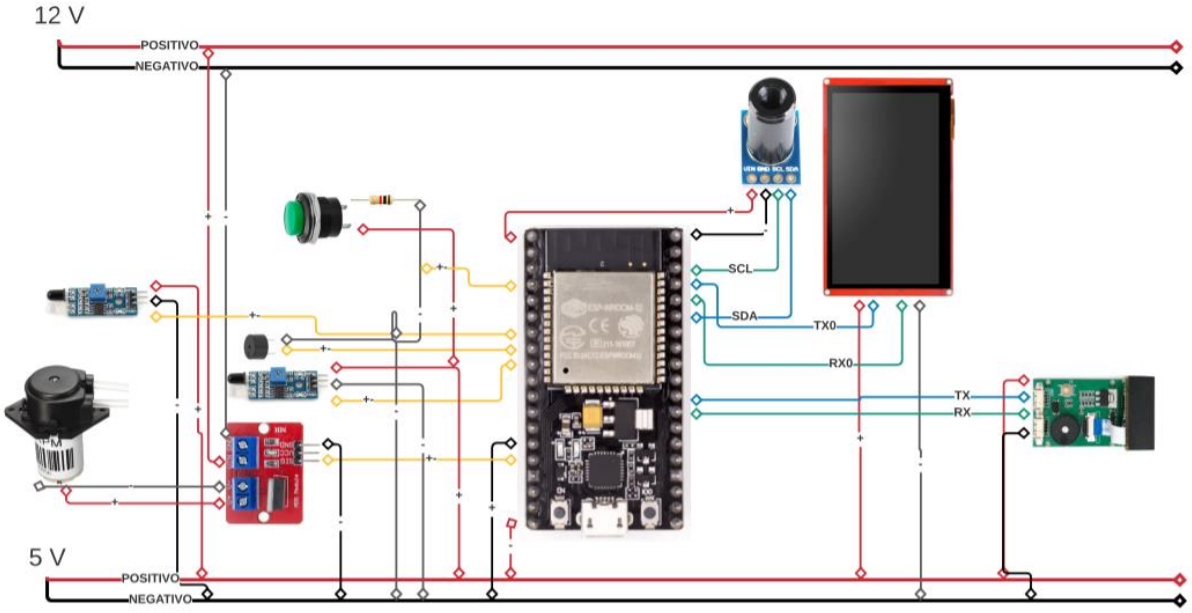


Fonte: Próprio autor, 2021.

4.4 Início do desenvolvimento do protótipo

A programação do dispositivo eletrônico foi realizada individualmente com os testes de cada componente descrito na metodologia, para que desta forma se verificasse o seu funcionamento. Após a realização dos testes individuais dos componentes foi possível integrá-los ao microcontrolador, definindo-se assim cada um dos seus pinos junto com as tensões necessárias para sua implementação, que foram 12 Volts para o funcionamento da bomba dosadora e 5 Volts para o restante do sistema. A Figura 26 mostra o microcontrolador com os pinos utilizados no desenvolvimento do projeto.

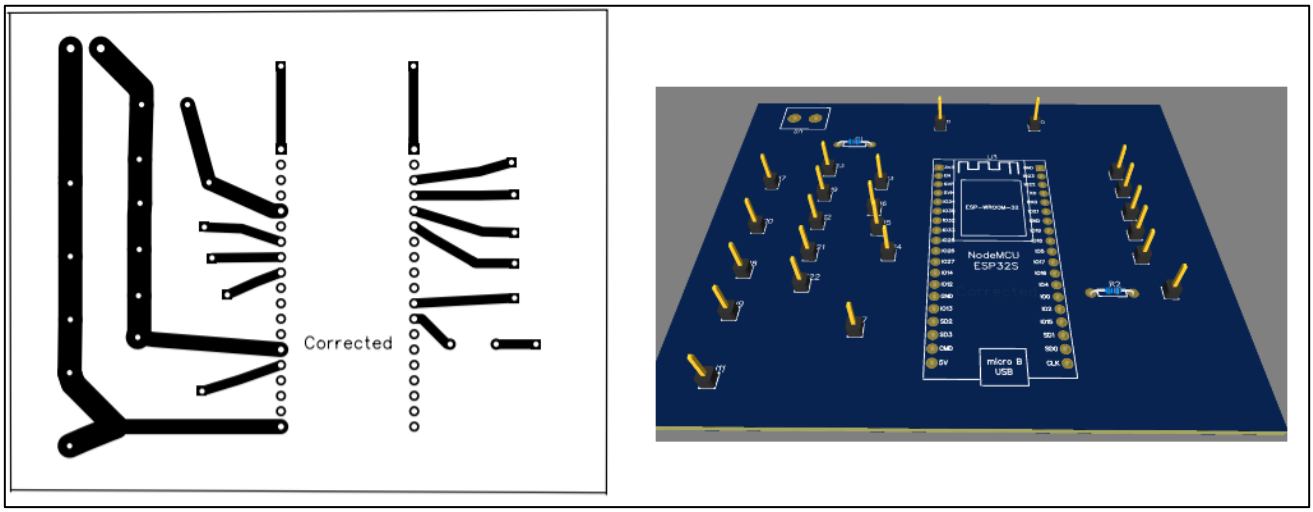
Figura 26 - Circuito do sistema.



Fonte: Próprio autor ,2021.

Com o circuito testado foi desenvolvida uma placa de circuito impresso (PCB) para que sejam evitadas possíveis perdas de contato com cada componente, do qual foi utilizado o site EasyEDA para desenvolver o designer da placa impressa. A Figura 27 mostra a placa impressa que foi desenvolvida.

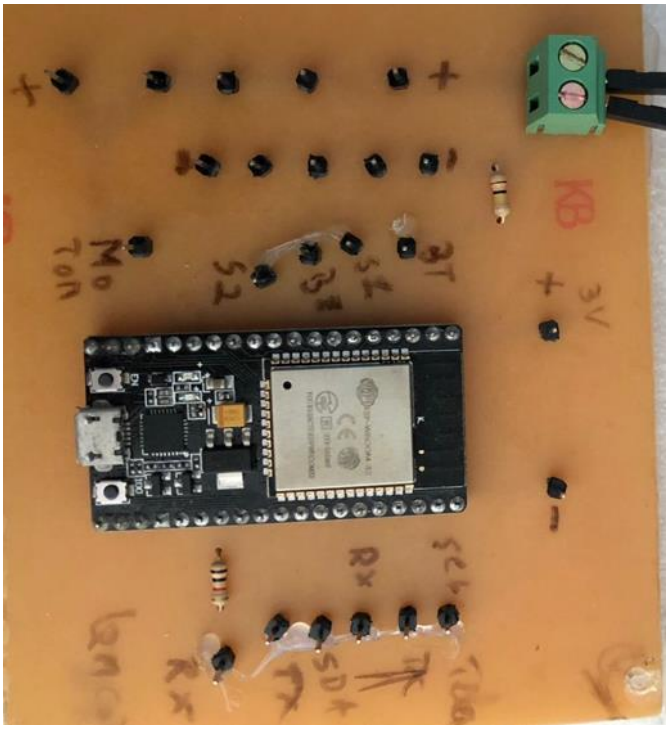
Figura 27 -Projeto da PCB.



Fonte: Próprio autor, 2021.

Com o projeto da PCB foi impressa a primeira imagem da Figura 24, em uma folha especial e realizado a transferência da imagem para uma placa de cobre virgem utilizando o método de transferência térmica, que cobriu o cobre com as linhas da placa para que seja realizada a corrosão do cobre que está exposto utilizando percloreto de ferro. Após finalizada a corrosão do cobre, foram realizados os devidos furos na placa e a soldagem dos componentes, terminando o processo de criação da PCB. A Figura 28 mostra a PCB pronta.

Figura 28 - Placa PCB pronta.



Fonte: Próprio autor, 2021.

4.5 Criação do Website.

A criação do *Website* se iniciou com a escolha da hospedagem para seu desenvolvimento, do qual foi escolhido a Interserver por conta de sua qualidade e inúmeras vantagens tais como, sua estabilidade e valor por Gigabyte armazenado, após isso foi dado o nome de Real Temperature para o produto eletrônico do qual também será o domínio (endereço) do *Website*, sendo ele "http://realtemperature.online/". Para a criação da página inicial do *Website*, foi utilizada a ferramenta WordPress, com o tema Radiante para base do site, do qual nesta primeira etapa contém informações sobre a Covid-19, informações de conexão de *Wi-fi* e informações de como realizar o login.

Figura 29 - Página principal do website.

Fonte: Próprio autor, 2021.

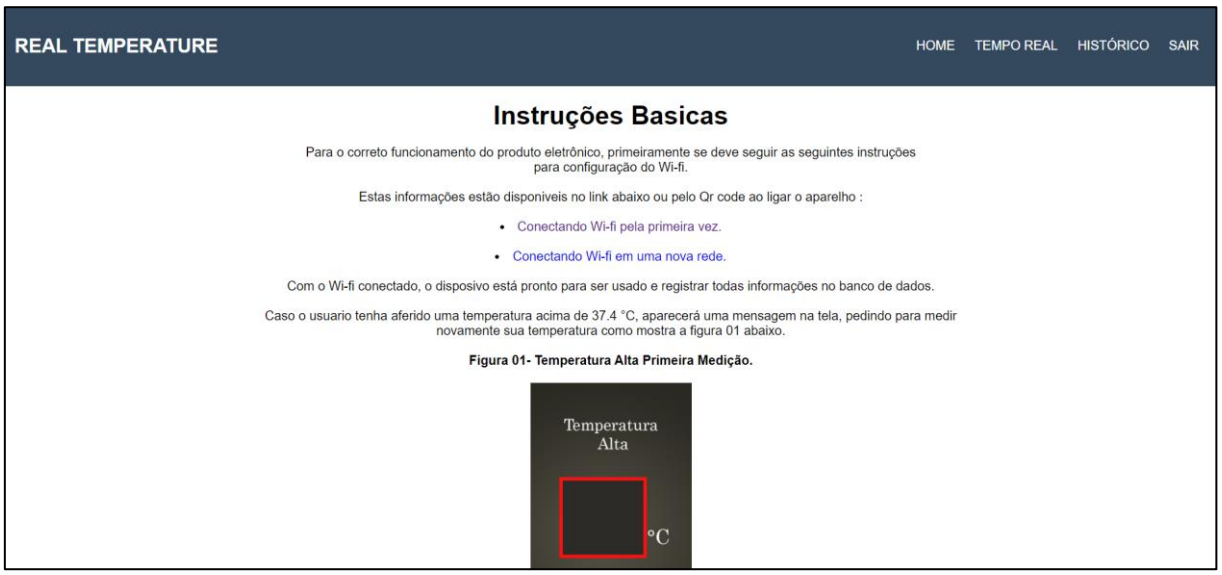
Na segunda etapa do *Website* foi desenvolvida uma página de login e cadastro de produtos, totalmente funcional e que previne com avisos todos os erros que o usuário possa cometer ao tentar se cadastrar ou logar no sistema, sendo que tanto a página de login quanto a página do gestor foram desenvolvidas utilizando as linguagens de programação PHP, HTML E CSS.

Figura 30 - Página de login do sistema.

Fonte: Próprio autor, 2021.

Ao logar no sistema são apresentadas informações gerais sobre o produto, bem como links diretos de como realizar a conexão de *Wi-fi*. A página do gestor apresenta quatro abas distintas, sendo elas: HOME (página inicial com informações do produto), TEMPO REAL (apresenta as informações das últimas 24 horas geradas pelo dispositivo), HISTÓRICO (tabela com todas informações geradas) e SAIR (encaminha o usuário para tela de login). A Figura 31 mostra a primeira página após logar no sistema.

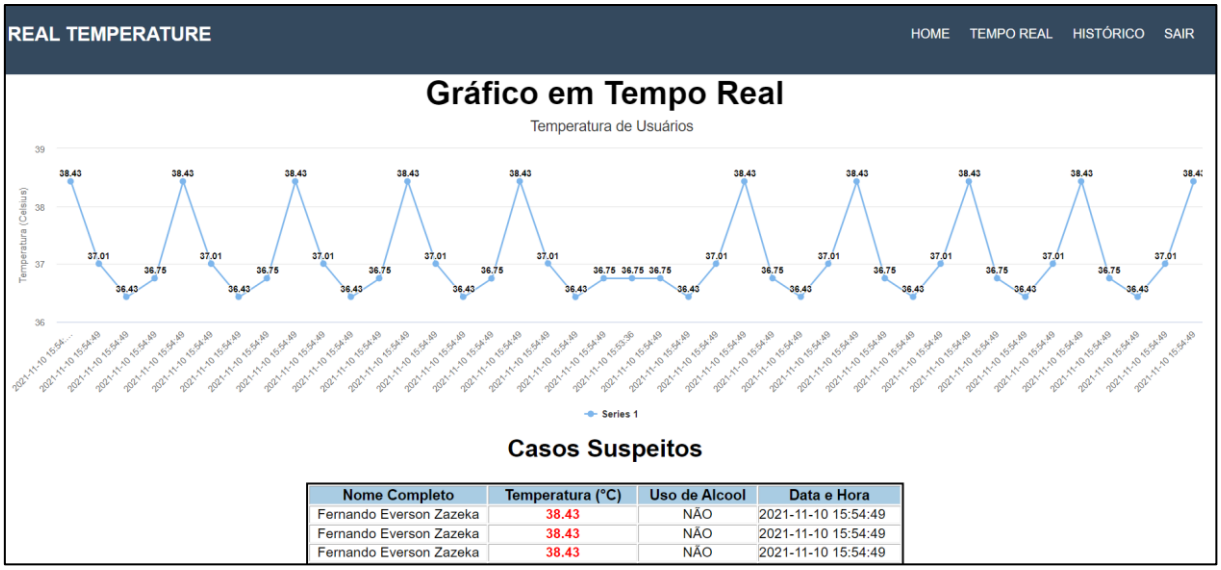
Figura 31- Página HOME.



Fonte: Próprio autor, 2021.

A página TEMPO REAL mostra todas informações geradas pelo dispositivo em tempo real das últimas 24 horas, sendo elas exibidas por meio de um gráfico de tendência com a temperatura corporal e hora que foi utilizado. O sistema desenvolvido também disponibiliza uma tabela dos casos suspeitos, ou seja, todas temperaturas corporais acima de 37.4° C que foram detectadas, sendo neste caso, mostrado em gráfico o nome do usuário, a temperatura, se usou ou não álcool em gel, data e hora que foi detectado. A Figura 32 apresenta uma simulação de resultados, mostrando a maneira que o gráfico e a tabela se comportam.

Figura 32 - Página TEMPO REAL.



Fonte: Próprio autor, 2021.

A página de HISTÓRICO mostra todas as informações geradas pelo dispositivo em forma de tabela, do qual apresenta inúmeros filtros para facilitar o gestor a encontrar a informação que está procurando. Os filtros desenvolvidos foram: filtro de período (pesquisa entre duas datas específicas), filtro de exibição de quantidade de informações (10, 25, 50, 100 e todas), filtro de pesquisa (inserir informação via digitação para pesquisar no histórico), filtro de ordem alfabética (para o nome completo e uso de álcool em gel) e filtro de grandeza numérica (para a temperatura corporal), também possível gerar tabelas em EXCEL, PRINT's e PDF's automáticos com as informações apresentadas na tela.

Figura 33- Página HISTÓRICO.

Fonte: Próprio autor, 2021.

4.6 Estrutura física do produto eletrônico

A estrutura física do produto eletrônico foi desenvolvida com base no projeto de AutoCad 3D que levou em consideração as alturas de cada sensor conforme a Figura 16, do qual foram utilizados os materiais em madeira para a estrutura e plástico para possíveis locais de contato dos usuários. A estrutura também conta com duas portas, sendo uma para a reposição do álcool em gel e outra que conta com o botão para que seja feita uma nova configuração de *Wi-fi*. A Figura 34 mostra a estrutura física em diferentes ângulos do dispositivo eletrônico.

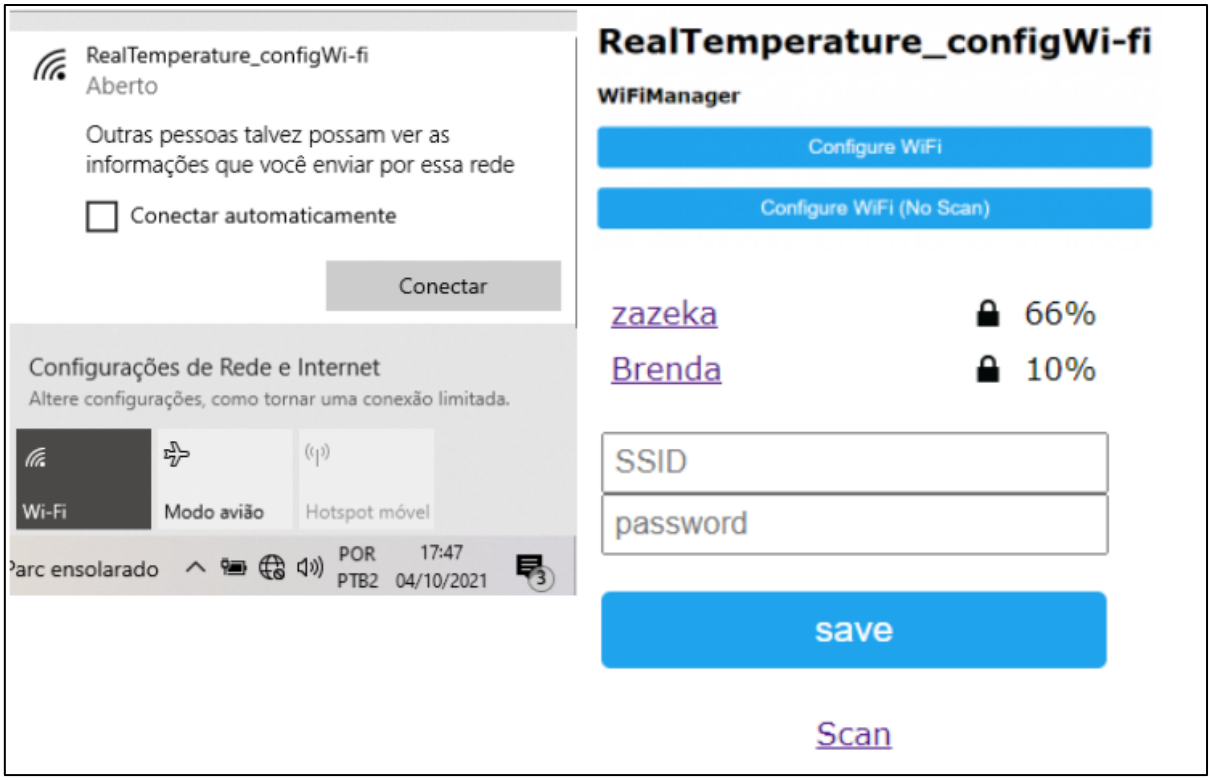
Figura 34 - Estrutura física do dispositivo

Fonte: Próprio autor, 2021.

4.7 Criação da conexão Wireless via Wi-fi Manager

A conexão *Wireless* do dispositivo eletrônico foi realizada via protocolo de *Wi-fi* manager, que é uma biblioteca própria da IDE do Arduino, que usa os recursos do Esp32 para criar uma rede *Wi-Fi* própria, bem como uma página de *Web* utilizando de *host* local usuário pode inserir as informações do nome e senha de sua rede *Wi-fi*. Assim como mostra a Figura 35.

Figura 35- Protocolo Wi-fi Manager



Fonte: Próprio autor, 2021.

No momento em que o dispositivo não encontrar a rede *Wi-fi* ou quando for apertado o botão de reset na primeira porta do dispositivo, será mostrado a Figura 23 que faz parte da interface do usuário, do qual é solicitado ao usuário escanear o Qr code do qual será encaminhado uma um link do *Website* que foi criado contendo todas as informações de como fazer a correta conexão da rede *Wi-fi* local.

4.8 Estimativa de custos do produto eletrônico

Para os custos do projeto foram considerados os impostos para fabricação, que variam diante do tamanho da empresa e sua receita. Quando a empresa é optante do simples nacional a porcentagem varia entre 4.5% e 30%, porém, ainda se deve considerar outros impostos como ISSQN, PIS, COFINS, CONTRIBUIÇÃO SOCIAL, entre outros. Está porcentagem pode variar diante da escala de produção, do qual foi considerada inicalmente uma carga tributária de 15%, essa estimativa é referente a uma empresa operando apenas do simples nacional e considerando uma escala pequena (FERNANDES, 2018). A Tabela 4 apresenta o componente, quantidade utilizada e o valor estimado.

Tabela 4 - Valores dos componentes eletrônicos.

Componentes	**Quantidade(s)**	**Valor (R$)**
Esp32	1	*62.00*
MLX90614 DCI	1	*180.00*
Módulo Mosfet IRF520N	1	*10.00*
Módulo LM393	2	*15.00*
Bomba Dosadora Peristáltica	1	*81.00*
Tela NEXTION NX8048P070-011C	1	*350.00*
Sensor GM 67	1	*95.00*
Módulo Buzzer mini ativo	1	*15.00*
Estimativa da Estrutura física do Produto (em Plástico).	1	*R$ 350.00*
Total		***R$ 1158.00***

Fonte: Próprio autor, 2021.

Considerando os valores de mão de obra e dos componentes para o desenvolvimento do produto eletrônico, chegou-se a uma estimativa de custo de desenvolvimento de R$ 1300,00 caso o produto venha a ser comercializado nas condições atuais propostas, sendo que o valor pode variar diante de fatores como tamanho da produção, preço do dólar, etc. Com a estimativa de custos é possível pressupor o valor de venda do produto eletrônico, considerando também os custos de fabricação, quantidade de funcionários, locação de local, taxas administrativas, entre vários outros aspectos.

Diante disso, o valor final do produto eletrônico para ser comercializado deverá ser de R$ 2600,00 do qual 15% deste valor se refere a impostos, assim, considerando eventuais despesas será possível ter um lucro de no mínimo R$ 650,00 por unidade vendida. O produto desenvolvido quando comparado a valores de produtos já comercializados no mercado nacional e internacional por preços acima de R$ 4000,00 não dispõem de metade dos recursos do produto desenvolvido, desta forma, o valor final de venda proposto de R$ 2600,00 se torna extremamente atrativo e uma boa escolha diante de outros produtos no mercado.

5 CONCLUSÃO

Este trabalho apresentou o desenvolvimento de um produto eletrônico portátil para a gestão e prevenção da Covid-19. Considerando evidências da revisão bibliográfica e a proposta do produto foi identificado que o local mais adequado para aferir a temperatura corresponde a região frontal da face, já que é um local acessível e apresenta uma boa relação referente a perda de temperatura do local por conta da temperatura ambiente.

Testes, calibrações e ajustes foram necessários para alcançarem resultados satisfatórios quando comparados a termômetros digitais. Também foi desenvolvida uma interface intuitiva para o usuário identificar as etapas de aferir a temperatura e uso de álcool em gel, do qual, estas informações são enviadas para um banco de dados online e visualizadas no *Website* que foi desenvolvido.

Para validação do dispositivo eletrônico foi desenvolvida uma estrutura física do qual apresenta a interface do produto, um local para que seja inserido o cartão com o Qr code, o local para o monitoramento da temperatura dos usuários, um dispenser de álcool em gel incluso. A estrutura física também contém dois compartimentos sendo um para que seja feito o reset da rede *Wi-fi* e outro para a reposição do álcool em gel.

O produto eletrônico apresentou resultados promissores, os componentes funcionam de maneira satisfatória quando integrados ao microcontrolador e à rede *Wi-fi*. Com isso o projeto proposto conseguiu aprimorar projetos de aparelhos de medição de temperatura corporal tradicionais disponíveis como o de KAPLAN, *et al* (2011), agregando também o desenvolvimento de uma interface intuitiva e introduzindo um dispenser de álcool em gel ao dispositivo eletrônico, ao mesmo tempo em que realizou a integração das informações ao *Website* desenvolvido.

A estimativa inicial de custos do desenvolvimento do produto eletrônico se mostrou estar dentro do esperado já que componentes com maior valor foram importados, no qual o seu preço varia dependendo da cotação do dólar, e a carga tributária a ser aplicada varia diante do tamanho da produção. Comercialmente existem modelos que apenas medem a temperatura e fornecem álcool em gel, sendo vendidos por valores acima que a estimativa inicial do produto eletrônico desenvolvido, desta forma, o projeto se mostrou satisfatório do ponto de vista econômico.

Assim, diante do contexto atual da pandemia, o desenvolvimento de um produto eletrônico para a prevenção e gestão da Covid-19 é extremamente importante para conter a disseminação do vírus e desta forma ajudar a salvar vidas. Facilitando desta forma o recolhimento de informação de prevenção e sintomas da Covid-19, do qual se é possível se visualizá-las de uma maneira fácil e eficiente.

5.1 Perspectivas para continuação do trabalho

Para a continuação do trabalho sugerem-se as seguintes propostas:

- Substituição do sensor MLX90614 por um sensor câmera termográfico;
- Substituição do sensor GM67 por ESP32-CAM;
- Substituição de estrutura de madeira por internamente plástica;
- Ajustar o Website para integração de mais de 1 dispositivo.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, Gabriel. **Configurando o ambiente de desenvolvimento do Esp 32 no Windows**. Mar,2018. Disponível em:<Configurando o ambiente de desenvolvimento do ESP32 no Windows - Embarcados>. Acesso em 15 de maio de 2021.

AMOS, Jonathan. **Brasileiro cresce em altura nos últimos cem anos, mas ainda é 'baixinho'; conheça o ranking mundial**. BBC News, 26 de julho de 2016. Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/geral-36892772>. Acesso em: 28 de março de 2021.

ARDUINO Store. **Arduino Uno Rev3**. Disponível em: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-rev3>. Acesso em 6 de março de 2021.

ATHOS Electronics. **Sensor infravermelho de obstáculo reflexivo e arduino**. Disponível em:<https://athoselectronics.com/sensor-infravermelho-de-obstaculo-reflexivo-e-arduino/>. Acesso em: 18 de abril de 2021.

BAÚ da Eletrônica. **Módulo Relé 5V**. Disponível em: <https://www.baudaeletronica.com.br/modulo-rele-5v.html>. Acesso em 20 de abril de 2021.

BEGHINI, Lucas B, **Automação residencial de baixo custo por meio de dispositivos móveis com sistema operacional Android**. Disponível em: . Acesso em: 02 mai. de 2021.

BIERMAN W. **A TEMPERATURA DA SUPERFÍCIE DE PELE**. *JAMA.* 1936. Disponível em:< https://jamanetwork.com/journals/jama/article-abstract/1155856>. Acesso em 4 de abril de 2021.

BLASCHKE, Jannik. **Área de conforto**. Doccheck Flexikon, 8 de dezembro de 2015. Disponível em: <https://flexikon.doccheck.com/de/Behaglichkeitsbereich >. Acesso em: 30 de março de 2021.

BURKE, Amparo. **Advantages of Peristaltic Pumps in Metering Applications**. PUMPS & SYSTEMS, 7 de agosto de 2018. Disponível em: <https://www.pumpsandsystems.com/advantages-peristaltic-pumps-metering-applications>. Acesso em 2 de abril de 2021.

CAMERA, F. et al. **Avaliação Experimental do Monitoramento Sem Fio da Temperatura da Axila por Meios de Sensores de RFID Sem Bateria Epidérmica**, em *IEEE Sensors Letters* , vol. 4, não. 11, pp. 1-4, novembro de 2020. Disponível em: <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&arnumber=9252166>. Acesso em: 12 de abril de 2021.

CASTRO, Alisson De Souza. **Automação residencial centralizada utilizando Esp32 em conjunto com FPGA e comunicação wi-fi**. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2019. Disponível em: <http://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/24379/1/automacaoresidencialesp32fpga.pdf >. Acesso em 15 de abril de 2021.

CBBR. **QR CODE: O que é, como funciona e como gerar?**. Disponível em:<https://codigosdebarrasbrasil.com.br/qr-code/>. Acesso em 22 de março de 2021.

CDC. **Symptoms of COVID-19**. COVID-19, 22 de fevereiro de 2021. Disponível em: <https://www.cdc.gov/coronavirus/2019-ncov/symptoms-testing/symptoms.html>. Acesso em: 19 de março de 2021.

CHEN, H.-Y.; Chen, A.; Chen, C. **Investigation of the Impact of Infrared Sensors on Core Body Temperature Monitoring by Comparing Measurement Sites**. *Sensors* **2020**, *20*, 2885. Disponível em:<https://doi.org/10.3390/s20102885>. Acesso em 5 de abril de 2021.

CONASS. **Guia Orientador para o enfrentamento da pandemia Covid-19 na Rede de Atenção à Saúde**. CONASEMS, maio de 2020. Disponível em: < https://www.conass.org.br/wp-content/uploads/2020/05/Instrumento-Orientador-Conass-Conasems.pdf>. Acesso em: 16 de março de 2021.

CORREIA, Ana Carolina de Carvalho, SILVA, Polyana Cristina Barros e SILVA, Bagnólia Araújo da. **Hipertermia maligna: aspectos moleculares e clínicos**. Revista Brasileira de Anestesiologia [online]. 2012, v. 62, n. 6 , pp. 828-837. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0034-70942012000600007>. Acesso em 7 de abril de 2021.

CURVELLO, André. **ESP32 – Um grande aliado para o Maker IoT**. Fev, 2018. Disponível em:< ESP32 - Um grande aliado para o Maker IoT - FilipeFlop>. Acesso de 6 de abril de 2021.

DAL AGNOL, Cleiton. **Comparação entre microcontroladores e aplicação do fpga no controle do conversor boost**. LAGES 2018. Acesso em 4 de abril de 2021.

DANKO, Maria. et al. **Thermographic atlas of the human body**. INES 2011 - 15th International Conference on Intelligent Engineering Systems, Proceedings. Disponível em:<https://www.researchgate.net/publication/252018377_Thermographic_atlas_of_the_human_body>. Acesso em: 20 de março de 2021.

DANTAS, Carolina. **Novo coronavírus é emergência de saúde internacional, declara OMS**. Ciência e Saúde, 30 de janeiro de 2020. Disponível em: <https://g1.globo.com/ciencia-e-saude/noticia/2020/01/30/novo-coronavirus-e-emergencia-de-saude-internacional-declara-oms.ghtml>. Acesso em: 17 de março de 2021.

DILLY, Rosiene Oliveira. L. Mendes. **Aplicação em Tempo Real de Monitoramento de Umidade e Temperatura Utilizando Arduino** (2015). Disponível em:< https://seer.cesjf.br/index.php/cesi/article/view/299>. Acesso em 5 de abril de 2021.

DUTTA, Sanchari. **Período de incubação COVID-19**. New Medical Life Sciences, 15 de fevereiro de 2021. Disponível em <https://www.news-medical.net/health/Coronavirus-Incubation-Period-(Portuguese).aspx>. Acesso em: 18 de março de 2021.

EASTIN, C. Eastin T. **Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 na China**: Guan W, Ni Z, Hu Y, et al. *N Engl J Med.* 28 de fevereiro de 2020. Disponível em: <https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa2002032>. Acesso de 14 de abril de 2021.

ESPRESSIF. **ESP-WROOM-32 Series: Datasheet**. 3. ed. Xangai: Espressif System, 2019. Disponível em: . Acesso em: jun. de 2020. Acesso em: 12 jul. de 2020.

SOMEREN, Van J.W Eus. Age Related Changes in Thermoreception and Thermoregulation, 2011. Handbook of the Biology of aging. Disponivel em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-378638-8.00022-1>. Acesso em 24 de novembro de 2021.

FRAZÃO, Arthur. **Insolação: o que é, causas, perigos e como prevenir**. TuaSaúde, 2020. Disponível em: <https://www.tuasaude.com/perigos-da-insolacao/>. Acesso em 14 de abril de 2021.

FERNANDES, Daniela Pereira. **Quais impostos uma empresa paga ao vender produtos ou serviços?**. Treasy, 16 de maio de 2018. Disponível em: <https://www.treasy.com.br/blog/impostos-uma-empresa-paga-ao-vender-produtos-ou-servicos/>. Acesso em 6 de março de 2021.

GILABERTE, Y. et al. Chapter 1 - **Anatomy and Function of the Skin**,Editor(s): Michael R. Hamblin, Pinar Avci, Tarl W. Prow, Nanoscience in Dermatology, Academic Press, 2016, Pages 1-14, ISBN 9780128029268. Disponível em:< https://doi.org/10.1016/B978-0-12-802926-8.00001-X.>. Acesso em: 8 de abril de 2021.

GS1 Brasil. **Leitor de Código de Barras: entenda como funciona**. Disponível em: <https://blog.gs1br.org/leitor-de-codigo-de-barras-como-funciona/>. Acesso em 18 de abril de 2021.

GUAN, W. et al. **Clinical Characteristics of Coronavirus Disease 2019 in China**. The NEW ENGLAND JOURNAL of MEDICINE, (2020). Disponível em: <https://www.nejm.org/doi/10.1056/NEJMoa2002032>. Acesso em: 15 de março de 2021.

GUIMARÃES, Fábio. **Sensor de obstáculo infravermelho**. Mundo Projetado, 2018. Disponível em:<http://mundoprojetado.com.br/sensor-de-obstaculo-infravermelho/>. Acesso em: 25 de março de 2021.

ISLAM, M. *et al.* **Wearable Technology to Assist the Patients Infected with Novel Coronavirus (COVID-19)**. *SN COMPUT. SCI.* 1, 320 (2020). Disponível em: < https://doi.org/10.1007/s42979-020-00335-4>. Acesso em: 15 de março de 2021.

JÚNIOR, Fernando Antonio de Farias Aires. **Otimização do Processo Metodológico para Aquisição de Imagens Termográficas da Face**. Universidade Federal de Campina Grande Centro de Ciências e Tecnologia, junho de 2018. Acesso em 4 abril de 2021.

KAPLAN, Ross B. et al. **A Design for Low Cost and Scalable Non-Contact Fever Screening System**.(2011). Disponível em: <https://peer.asee.org/a-design-for-low-cost-and-scalable-non-contact-fever-screening-system> . Acesso em 8 de abril de 2021.

KERSCHBAUMER, Ricardo. **Microcontroladores. Ministério da Educação**. Disponível em:<https://professor.luzerna.ifc.edu.br/ricardo-kerschbaumer/wp-content/uploads/sites/43/2018/02/Apostila-Microcontroladores.pdf>. Acesso em 12 de abril de 2021.

KREUZER, Johannes. **Body temperature**. Disponivel em: <https://www.cosinuss.com/en/measured-data/vital-signs/body-temperature/#easy-footnote-bottom-11-18494>. Acesso em: 26 de março de 2021.

LATORRACA, Carolina de Oliveira Cruz; Martimbianco, Ana Luiza C. **Manejo da febre em adultos com Covid-19 suspeita ou confirmada no cuidado primário**. Oxford Brazil, 2021. Disponível em: <https://oxfordbrazilebm.com/index.php/manejo-da-febre-em-adultos-com-covid-19-suspeita-ou-confirmada-no-cuidado-primario/> . Acesso em 20 de março de 2021.

MAGNO, Alan. Demissões são inevitáveis, afirma presidente da CDL sobre consequências do lockdown em Fortaleza. OPOVO, 5 de março de 2021. Disponivel em:<https://www.opovo.com.br/noticias/economia/2021/03/05/demissoes-sao-inevitaveis--afirma-presidente-da-cdl-sobre-consequencias-do-lockdown-em-fortaleza.html>. Acesso em 15 de março de 2021.

MAYO Clinic Staff. **Coronavírus disease 2019 (COVID-19)**. Diagnosis & treatment, 2 de junho de 2021. Disponível em: <https://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/coronavirus/symptoms-causes/syc-20479963>. Acesso em: 18 de março de 2021.

MEDLINE PLUS. **Febre**. Disponível em: < https://medlineplus.gov/fever.html>. Acesso em: 7 de abril de 2021.

MINISTÉRIO da saúde. **Painel coronavírus**. Coronavírus Brasil, 6 de junho de 2021. Disponível em: < https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 7 de junho de 2021.

MORAES, Caio. **Transistor Mosfet como Chave: Circuito de Comando Não Isolado**. Eletrônica de Potência, 22 de novembro de 2020. Disponível em: <https://eletronicadepotencia.com/circuito-de-comando/>. Acesso em 19 de abril de 2021.

NEXTION. **Nextion Introdução**. Disponível em:<https://nextion.tech/>. Acesso em 8 de abril de 2021.

PATHAK, Neha. **Coronavirus and COVID-19: What You Should Know**. WebMD (2021). Disponivel em: < https://www.webmd.com/lung/coronavirus#1-2.> Acesso em: 16 de março de 2021.

PENIDO, Édilus de Carvalho Castro. Trindade, Ronaldo Silva. **Microcontroladores. e-Tec Brasil**, 2013. Disponível em: <https://www2.ifmg.edu.br/ceadop3/apostilas/microcontroladores> . Acesso em: 12 de abril de 2021.

PERES, Ana Claudia; Stevanim, Luis Felipe. **Vacina é a única solução**. Radis, 22 de janeiro de 2021. Disponível em: <https://radis.ensp.fiocruz.br/index.php/home/entrevista/vacina-e-a-unica-solucao>. Acesso em 14 de março de 2021.

RABI, F.A, et al. **SARS-CoV-2 and Coronavirus Disease 2019: What We Know So Far**. *Pathogens* **2020**, *9*, 231. Disponível em: < https://doi.org/10.3390/pathogens9030231>. Acesso em: 17 de março de 2021.

REDAÇÃO Tribuna Online. **O comércio obriga a disponibilização de álcool em gel 70% e pia para lavagem de mãos**. Disponível em: <https://tribunaonline.com.br/comercio-obrigado-a-disponibilizar-alcool-em-gel-70-e-pia-para-lavagem-de-maos>. Acesso em 15 de março de 2021.

REIS, Manuel. **Hipotermia: o que é, principais sintomas e tratamento**. Tua saúde, março de 2020. Disponível em: < https://www.tuasaude.com/hipotermia/>. Acesso em: 7 de abril de 2021.

RUSIMAMTO, Puput. et al . **Design and Implementation of Thermal Body System Employing Thermal Sensor MLX90614 for Covid-19 Symptoms Early Detector**. Disponivel em: <https://www.researchgate.net/publication/347408473_Design_and_Implementation_of_Ther

mal_Body_System_Employing_Thermal_Sensor_MLX_90614_for_Covid-19_Symptoms_Early_Detector>. Acesso em: 9 de abril de 2021.

SANTOS, Rui. **7 monitores compatíveis com Arduino para seus projetos eletrônicos**. Random Nerd Tutorials. Disponível em: <https://randomnerdtutorials.com/7-arduino-compatible-displays-for-your-electronic-projects/>. Acesso em 22 de abril de 2021.

SANTOS, Vanessa Sardinha dos. **Hipertermia**. Brasil Escola, 7 de junho de 2021. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/saude/hipertermia.htm>. Acesso em: 1 de abril de 2021.

SILVA, D. S. **Desenvolvimento e Implantação de um Sistema de Supervisão e Controle Residencial**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal RN, 2009. Acesso em: 9 de abril de 2021.

SILVIA, Ademir Cavalcante. **Projeto de um Sistema de Domótica Utilizando Arduino** (2014). Disponivel em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/bitstream/riufcg/18341/1/ADEMIR%20CAVALCANTE%20E%20SILVA%20-%20TCC%20ENG.%20EL%c3%89TRICA%202014.pdf>. Acesso em 6 de abril de 2021.

SMITH, Anna. **Early symptoms of COVID-19: What you need to know**. Articles, 6 de maio de 2020. Disponivel em: <https://www.medicalnewstoday.com/articles/coronavirus-early-symptoms#other-symptoms>. Acesso em: 24 de março de 2021.

SPINATO G, et al. **Alterações no olfato ou paladar em pacientes ambulatoriais levemente sintomáticos com infecção por SARS-CoV-2**. *JAMA*. 2020; 323 (20). Disponível em: <https://jamanetwork.com/journals/jama/fullarticle/276518>. Acesso em: 25 de março de 2021.

SULLIVAN, Arthur. **As consequências da Covid-19 para a economia mundial**. Mede for minds, 2020. Disponível em: < https://p.dw.com/p/3aTIf> . Acesso em: 16 de março de 2021.

TAG.ID. **Diferenças entre código QR e código de barras**. Disponível em: <https://www.tag-id.com.br/blog/diferencas-entre-codigo-qr-e-codigo-de-barras/>. Acesso em 28 de março de 2021.

TUA SAÚDE. **Ciclo circadiano: o que é, fisiologia e quais os distúrbios**. Disponivel em: <https://www.tuasaude.com/ciclo-circadino/#:~:text=O%20ciclo%20circadiano%2C%20tamb%C3%A9m%20conhecido,luminosidade%20ao%20longo%20do%20dia.>. Acesso em: 28 de março de 2021.

TECHSUL Eletrônicos. **Arduino Uno com ATMEGA325-R3**. Disponível em:<https://techsuleletronicos.com.br/product/arduino-uno-com-atmega328-r3/>. Acesso em 2 de março de 2021.

THOMAZ, Danilo. **Entenda o maior colapso do sistema de saúde da história do Brasil**. Guia do estudante, 18 de março de 2021. Disponível em: <https://guiadoestudante.abril.com.br/atualidades/o-sistema-de-saude-entrou-em-colapso-o-que-isso-significa/>. Acesso em: 16 de março de 2021.

USINAINFO. **NodeMCU ESP32S lot com WIFI e Bluetooth - 38 Pinos**. Disponível em:< https://www.usinainfo.com.br/nodemcu/nodemcu-esp32s-iot-com-wifi-e-bluetooth-38-pinos-5346.html?search_query=esp32&results=81>. Acesso de 2 de abril de 2021.

VERRI, Lucca A. et al. **Sistema de Controle e Gestão da Privacidade de Dados de Pacientes com COVID-19**. Preprints 2020. Disponivel em:<https://www.preprints.org/manuscript/202007.0369/v1#>. Acesso em 9 de abril de 2021.

VILLARINO, Julia. **Internet das Coisas: Um desenho do futuro**. Proof, 18 de novembro de 2016. Disponível em: <https://www.proof.com.br/blog/internet-das-coisas/>. Acesso em: 15 de abril de 2021.

VIRALZONE. **Coronaviridae**. Disponível em:<https://viralzone.expasy.org/30>. Acesso em 6 de abril de 2021.

YU CHEN, Hsuan, et al. **Investigation of the Impact of Infrared Sensors on Core Body Temperature Monitoring by Comparing Measerement Sites**. Sensors, 2020. Disponivel em: <https://www.researchgate.net/publication/341515414_Investigation_of_the_Impact_of_Infrared_Sensors_on_Core_Body_Temperature_Monitoring_by_Comparing_Measurement_Sites>. Acesso em 19 de abril de 2021.

WEBOLTO. **Descubra qual é a diferença entre um Website e uma página de web**. Disponível em: <https://www.webolto.com/pt/blog/diferenca-website-uma-pagina-web/>. Acesso em 25 de abril de 2021.

WELLE, Deutsche. **Os efeitos do coronavírus sobre o mercado de trabalho**. Poder 360, 2020. Disponivel:<https://www.poder360.com.br/coronavirus/os-efeitos-do-coronavirus-sobre-o-mercado-de-trabalho-dw-2/>. Acesso em: 16 de março de 2021.

WORLD Health Organization. **Coronavírus disease 2019 (COVID-19)**. Situation Report-94, 23 de abril de 2020. Disponível em: <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/situation-reports/20200423-sitrep-94-covid-19.pdf>. Acesso em: 17 de março de 2021.

WORLD Health Organization. **Protect yourself and others from Covid-19**. 3 de junho de 2021.Disponível:<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/advice-for-public>. Acesso em: 15 de março de 2021.

WORLD Health Organization. **WHO Coronavírus (COVID-19) Dashboard**. Disponível em: <https://covid19.who.int/>. Acesso em: 17 de março de 2021.

APÊNDICE A – VIDEO WIFI MANAGER

< https://drive.google.com/file/d/1wibEwwk31VfBeay2erLlQ2JH0LZ8Frz9/view?usp=sharing>

APÊNDICE B – VIDEO TEMPERATURA NORMAL

<https://drive.google.com/file/d/1eeyJybihT4biaQCDbjuyMD1VkaRUxbte/view?usp=sharing>

APÊNDICE C – VIDEO TEMPERATURA FEBRIL

< https://drive.google.com/file/d/1lJi6wPUC-it_-dEovu3UwVYi7XJDTQCH/view?usp=sharing>