



Feira de Ciência e Engenharia de Guarulhos – FECEG 2021

Temperatura certa, na distância correta e segura:

Avaliador de temperatura corporal sem contato com armazenamento de dados

Monyque Karoline de Paula Silva

Edson Anicio Duarte, João Alexandre Bortoloti

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Estado de São Paulo –
Campus Campinas

Resumo

Este projeto é o desenvolvimento de um equipamento capaz de medir a temperatura corporal sem a necessidade de contato físico para o controle e segurança na coleta de temperatura aos usuários das instituições de ensino. O aumento da temperatura corporal é um dado importante associado, muitas vezes a presença de febre, sintoma característico de doenças de grau leve a alto. Nesse momento de pandemia de coronavírus com a COVID-19 a temperatura da população tem sido um dos indicadores utilizados pelas autoridades de saúde, assim este projeto tem uma proposta de realizar o monitoramento da população que frequenta a instituição. Os dados de temperatura e horário da aquisição serão coletados e armazenados na forma local e em nuvem para avaliação estatística da população que frequenta a instituição, além de ser uma estimativa amostral para análises mais abrangentes da população local. De acordo com a temperatura medida o acesso a instituição pode ser liberado ou não através de uma sinalização visual e sonora. Para o desenvolvimento do protótipo foram utilizados microcontroladores e componentes eletrônicos comerciais que possibilitam a sua fácil replicação. O encapsulamento do aparelho será realizado utilizando caixas ABS. Espera-se que esse projeto seja mais uma ferramenta útil para minimizar o risco de disseminação do vírus. Este projeto foi aprovado pelo edital CONIF nº01/2020 – Enfrentamento à COVID-19.

Palavras-chave: Covid-19; Saúde; Temperatura; Engenharia.

1. Introdução

No final do ano de 2019, uma doença causada por uma nova cepa do coronavírus - síndrome respiratória aguda grave por coronavírus (SARS-CoV-2) foi descoberta por um médico chinês. Esse vírus foi denominado de COVID-19 e é responsável por causar sintomas respiratórios graves e vítimas fatais (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020).

Inicialmente, o vírus atingiu a região de Wuhan, China, devido a sua rápida disseminação e amplitude, propagando-se em 140 países. No Brasil, estima-se cerca de vinte milhões quinhentos e oitenta mil casos confirmados e quinhentos e setenta e quatro mil mortos pela doença, com letalidade correspondente a 2,8% (BRASIL, 23/08/2021).

O combate ao vírus de forma bem sucedida dá pelo desenvolvimento de um Programa Nacional de Imunização, no qual a vacinação e os protocolos sanitários são respeitados e usufruídos de forma massiva, de modo a controlar a disseminação da doença e consequentemente, reduzir significativamente o número de mortos. Entretanto, nos últimos anos, o Brasil sofreu com a redução da cobertura vacinal, além de uma série de ataques as instituições públicas, culminando no colapso do sistema de saúde público e na disseminação do vírus (SATO, 2020).

De forma a evitar sua disseminação, enquanto o país sofre com baixos índices de vacinação em relação a sua capacidade total, desenvolve-se medidas de isolamento social, como: a testagem em massa e a aferição da temperatura corporal de forma a serem medidas estratégicas, indicadas pelos especialistas, de controle ao vírus. Todavia, tendo em vista a natural aglomeração de pessoas em prédios públicos e escolas, dentre outros locais, além da baixa testagem em massa da população brasileira, há a necessidade de conhecer a dimensão da doença por meio de sua sintomatologia clínica, nesse contexto, surge a prática de aferição da temperatura corporal para o controle de acesso da população em lugares públicos (MOREIRA, 2021).

Para o uso da sintomatologia clínica, compreende-se os principais sintomas ao vírus, sendo estes similares ao de uma gripe comum, com tosse continua, falta de ar, dificuldade de respirar e a febre. Nesse sentido, utilizando a aferição da temperatura corporal como estratégia preventiva, compreende-se

que valores de temperatura corporal maiores que 37,8°C (Febre) são considerados suspeitos e devem ser encaminhados ao serviço médico ou acompanhados em isolamento (SECRETÁRIA DE ATENÇÃO PRIMÁRIA A SAÚDE, 2020).

Essa mensuração da temperatura corporal, de forma mais exata, se dá através da utilização de termômetros. O termômetro ideal seria aquele que aferisse a temperatura corporal rapidamente, fosse acurado, confortável, não invasivo, fabricado com material não tóxico e não poluente (AZAMBUJA, 2011).

Em vista disso, observa-se que os termômetros com sensores infravermelhos cumprem os requisitos necessário devido a praticidade e a velocidade de aferição, além de não utilizarem compostos tóxicos como o mercúrio. Essa mensuração ocorre ao direcionar o sensor para a testa e se dá através da medição da energia irradia pelo paciente que é convertida em valor de temperatura (INMETRO, 2020).

É um método relativamente novo, além de ser mais preciso do que a medida timpânica e mais bem tolerado que a mensuração por via retal. Ademais, nesse tipo de medição não há contato direto com a pessoa, o que torna um método mais seguro, pois diminui uma possível contaminação cruzada entre pacientes (LEDUC; WOODS, 2015).

Os termômetros com sensores infravermelhos encontrados no mercado, apresentam distância de 4 a 6 cm entre o equipamento, o operador e o paciente. No contexto atual, onde o distanciamento é primordial, esses equipamentos expõe os operadores a eventuais riscos de contágio.

Em um primeiro momento, opta-se pelo desenvolvimento de um equipamento voltado para as instituições escolares devido o planejamento de retomada as aulas, além do controle do público de pessoas que permite a identificação dos alunos e profissionais da educação. Assim, o projeto é pensado para o controle da aferição da temperatura em instituições de ensino, em especial, dos Campus do Instituto Federal de São Paulo, devido a comodidade.

À vista disso, este projeto visa desenvolver um equipamento microcontrolado que, ao utilizar de um sensor de temperatura infravermelho de longo alcance, seja capaz de avaliar a temperatura pessoal na entrada de acesso das instituições escolares, evitando o contato e a possível contaminação, além de fornecer dados para futuros estudos estatísticos. No início da pandemia,

tivemos algumas iniciativas através de editais incentivando os pesquisadores a propor ações de combate à disseminação do COVID-19, esta proposta foi contemplada através do edital CONIF nº01/2020 – Enfrentamento à COVID-19.

A) Justificativa

Assim, como abordado no tópico anterior, a falta de testagem massiva e o baixo índice de vacinação pela população, resulta na identificação do vírus por meio do espectro clínico, em especial, da aferição da temperatura corporal visto que o quadro clínico inicial da doença é caracterizado como uma síndrome gripal com a presença de febre persistente.

De acordo com a WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease (2019), a febre é um sintoma presente em cerca de 88% dos casos de coronavírus. Tornando-se um fator de identificação de possível contaminação do vírus, nesse sentido, a utilização de métodos que controlem o acesso de pessoas com temperaturas acima de 37,8°C auxiliaria na identificação clínica geral, evitando que essa pessoa entre em contato com outras em espaços públicos e escolas.

Outro ponto importante a ser abordado é a respeito dos avanços da vacinação da população. No Brasil, cerca de 28,17% da população total brasileira (duzentos e quinze milhões de habitantes) estão completamente imunizados após seis meses da primeira aplicação da dose da vacina, a expectativa é aumentar esse número visto que 60,32% da população já recebeu a primeira dose da vacina (GLOBO, 2021).

Apesar dos resultados positivos, as taxas de vacinação não estão favoráveis a um relaxamento das medidas de prevenção, de acordo com a Dra. Soumya Swaminathan, somente quando a taxa vacinal da população estiver entre 60-70% que se tem imunidade suficiente para quebrar a cadeia de transmissão do vírus (WORLD HEALTH ORGANIZATION, 2020).

Em uma entrevista coletiva, em 11 de janeiro de 2021, a Dra. Soumya Swaminathan, afirmou que “não atingiremos nenhum nível de imunidade na população ou imunidade de rebanho em 2021. Mesmo que aconteça em alguns países, não vai proteger as pessoas ao redor do mundo” (AGÊNCIA BRASIL, 2021).

Isto é, mesmo com os avanços vacinação na população, estamos longe de alcançar a normalidade como antes do período pandêmico, sendo necessário, a continuidade e utilização dos protocolos sanitários e medidas de isolamento social em prol da segurança coletiva.

Ademais, ressalta-se que apesar do dispositivo ser desenvolvido no contexto da pandemia da COVID-19, o equipamento pode ser utilizado em outros contextos, principalmente no ambiente escolar para a identificação do estágio febril da população que tem acesso as instituições de ensino, visto que a febre é um sintoma característico de diversas doenças.

O uso da mensuração da temperatura corporal é presente para a identificação o estado térmico do paciente, identificando duas situações térmicas importantes: a hipotermia, a temperatura corporal abaixo da faixa de normalidade (menor que 35°C), habitualmente associada à longa permanência em lugar frio, exposição prolongada à chuva, ao vento, à neve ou imersão em água fria, a outra situação é a hipertermia, quando a temperatura acima de 41,1°C e é associada a infecções graves (KASPER ET AL., 2016).

Desse modo, a utilização de métodos seguros e práticos de aferição de temperatura corporal, permitem a identificação de situações térmicas presentes nos corpos humanos e consequentemente, auxiliando na identificação de sintomas de possíveis doenças, além da COVID-19. Evitar que essas pessoas entrem em contatos com pessoas não infectadas em ambientes fechados, possibilita maior segurança à população.

B) Problema

O problema identificado é a respeito dos dispositivos encontrados no mercado de consumo. Dentre os diversos tipos de equipamentos para aferição da temperatura corporal, disponíveis no mercado, nenhum realiza um monitoramento da temperatura do paciente à longa distância e continuamente. Ademais, não há o armazenamento de dados sobre as temperaturas o que dificulta a análise posterior dos dados obtidos.

Por fim, ressalta-se a necessidade de um operador para a realização da medição visto que a aferição ocorre em uma distância de 4-6 cm entre o equipamento e a pessoa a ter sua temperatura aferida, deixando o operador

exposto. Assim, propõe-se o desenvolvimento de um dispositivo com os seguintes diferenciais de mercado:

- Sistema automático de aferição da temperatura;
- Distância de monitoramento maior que 30 cm do usuário;
- Não necessita de um operador para a realização da medida de temperatura;
- Sistema armazena todas as medidas de temperatura com data e hora possibilitando uma análise estatística posterior.

C) Proposta de Solução

O presente trabalho propõe como proposta de solução, o desenvolvimento de um equipamento capaz de realizar a aferição da temperatura corporal em distâncias de até 30 cm, com exatidão médica $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$ e indicação visual e sonora para a liberação do acesso nas instituições de ensino, de forma a evitar a contaminação cruzada entre a pessoa responsável pela medição e a pessoa com a temperatura aferida, além da possibilidade de armazenamento de dados via Cartão SD e via Wi-Fi para posterior estudos estatísticos.

D) Objetivos

Neste item, serão estabelecidos o objetivo geral e os objetivos específicos deste projeto.

E) Objetivo Geral

Desenvolver um equipamento que realize as medições de temperatura sem contato corporal e verifique as alterações significativas fornecendo sinalização visual e sonora, com liberação ou não do acesso de entrada as instituições, utilizando um sistema de armazenamento de dados local e em nuvem para posterior análise estatística.

F) Objetivos Específicos

- Identificar e selecionar o sensor de temperatura sem contato que permita uma aquisição da temperatura do usuário a uma distância acima de 30cm do equipamento;

- Utilizar componentes comerciais para a montagem do equipamento para permitir sua replicação em outras instituições de ensino;
- Desenvolver software para armazenamento local das informações;
- Desenvolver software para envio e armazenamento na nuvem das informações.

2. Materiais e Métodos

Em um primeiro momento, define-se as características principais do projeto a ser desenvolvido de forma a criar um escopo do equipamento, assim, propõe-se o desenvolvimento do projeto com as seguintes particularidades:

- Distância de aferição de temperatura maior que 30 cm do usuário;
- Não necessita de um operador para a realização da medida de temperatura – sistema automático;
- Indicação visual e sonora da aferição da temperatura;
- Sistema de armazenamento de dados online e local de todas as medidas de temperatura com data e hora possibilitando uma análise estatística posterior;]
- Utilização de componentes eletrônicos comerciais para o desenvolvimento dos 31 equipamentos.
- Projeto com design compacto de fácil aplicação no ambiente escolar.

Definido o escopo do projeto, torna-se necessário o estudo dos componentes eletrônicos a serem utilizados de forma a cumprir as exigências do escopo e a aquisição destes, além disso, os equipamentos utilizados devem ser de fácil aquisição no mercado de consumo.

De modo a cumprir a exigência principal de aferição da temperatura é necessário a utilização de um elemento que transforme variações de temperatura em variações de tensão, de forma que tais informações possam ser repassadas a um circuito de leitura, dessa forma, utiliza-se sensores de temperaturas para a aferição da temperatura visto que esses componentes sofrem alterações em suas propriedades em função da temperatura a que ficam expostas (DELMONDES, 2009).

Diante a variedade do mercado, opta-se pela utilização do sensor de temperatura infravermelho IR MLX90614 devido sua exatidão médica - a aptidão de um instrumento para dar respostas próximas ao valor verdadeiro do mensurado, e funcionabilidade de distâncias de no máximo 50 cm.

Após a adoção do sensor de temperatura IR MLX 90614 como componente principal do dispositivo, busca-se um componente capaz de permitir com que o equipamento funcione de forma automática e sem contato, assim, deve ser utilizado um componente que identifique a presença de um corpo a

longas distâncias de modo que ao identificar um corpo humano, inicie a aferição da temperatura.

Diante as opções de mercado, utilizou-se o sensor de proximidade E18-D80NK para realizar essa ação, ele também é um sensor infravermelho, sendo composto por um transmissor e receptor infravermelho que irá identificar a presença de um objeto. Em seu circuito interno, ele possui um potenciômetro capaz de regular as distâncias de identificação do objeto tendo alcance mínimo de 4cm e máximo de 80 cm.

Seu design cilindro e robusto contribui para o acoplamento do componente do equipamento sem exigir muito da capacidade de armazenamento. Pode ser utilizado em sinal baixo ou alto, no presente projeto, é utilizado nas portas digitais.

No que diz respeito a indicação visual e sonora do equipamento, utiliza-se como indicação visual um Display Oled 12C 128 x 64 com 0.96 polegada, este display apresenta luz própria, conseqüentemente, não há a necessidade de backlight possibilitando maior economia de energia e contraste entre o fundo e a cor do escrito no display, além disso, sua interface I2C é de simples utilização lógica. Outro componente utilizado para a indicação visual, é o Led RGB de forma a utilizar menos espaço e também ter a possibilidade de utilização de diversas cores para indicação de determinadas ações do equipamento.

Em relação a identificação sonora, utiliza-se apenas um buzzer passivo que irá emitir um som após o armazenamento da temperatura.

Pensando no sistema de armazenamento de dados, em especial, na data e hora da temperatura aferida é necessário a utilização de um Módulo RTC para captar essas informações. Diante as opções de mercado, utiliza-se o modelo DS3231(Raspberry pi) que funciona mesmo sem a conexão de internet, tem baixo custo e alta precisão, este RTC irá apresentar as informações de data e hora que serão armazenadas no Cartão SD dos dois modelos.

Referente ao armazenamento de dados em nuvem, não se utiliza um componente específico e sim, uma placa microcontroladora, a ESP8266 NodeMCU, esta é própria para comunicações via Wi-Fi e armazenamento de dados online em plataforma de Internet of Things.

Todos os componentes utilizados são encontrados facilmente no mercado e podem ser adquiridos, definido cada componente e sua função a ser

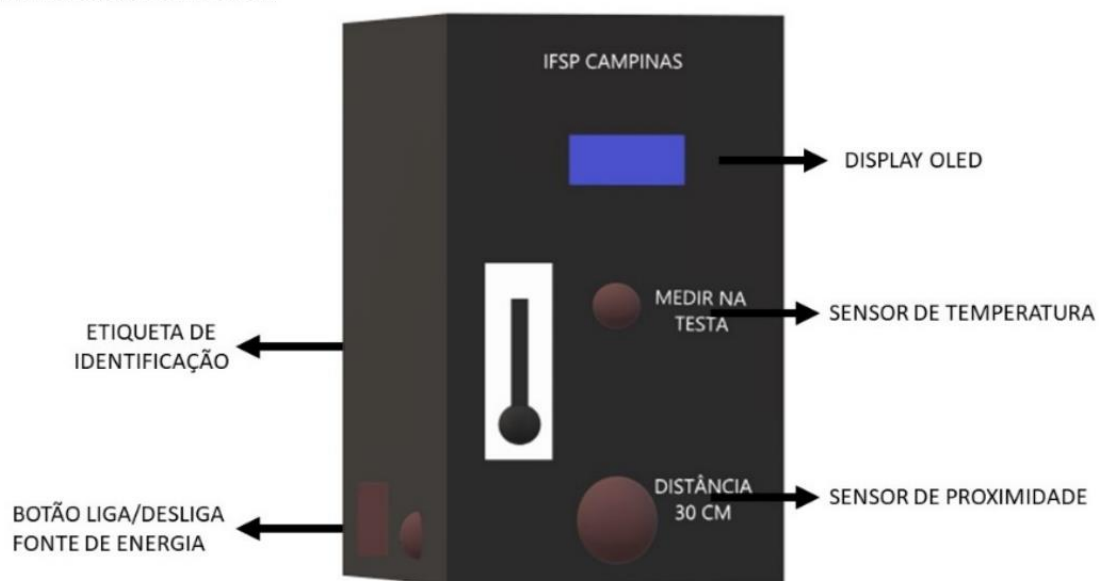
executada, segue-se então, para a etapa de construção do protótipo visando um design funcional.

Reafirma-se que este projeto irá integrar componentes eletrônicos a uma placa microcontroladora como o sensor de temperatura sem contato e o sensor de proximidade a uma fonte de energia para que o dispositivo execute a medição de temperatura sem contato com o usuário. Os dados serão armazenados em uma plataforma IoT e em uma memória local. Todo o conjunto será condicionado em uma estrutura com Plástico ABS. Trata-se de um equipamento portátil que faz a medição da temperatura, onde o usuário consegue visualizar o valor medido. Caso a temperatura esteja fora dos limites preestabelecidos será emitida uma sinalização sonora e visual para que os responsáveis da instituição façam o devido encaminhamento.

Na Figura 1, observa-se a proposta de design do dispositivo com os componentes eletrônicos utilizados.

Figura 1 – Proposta de Design Geral

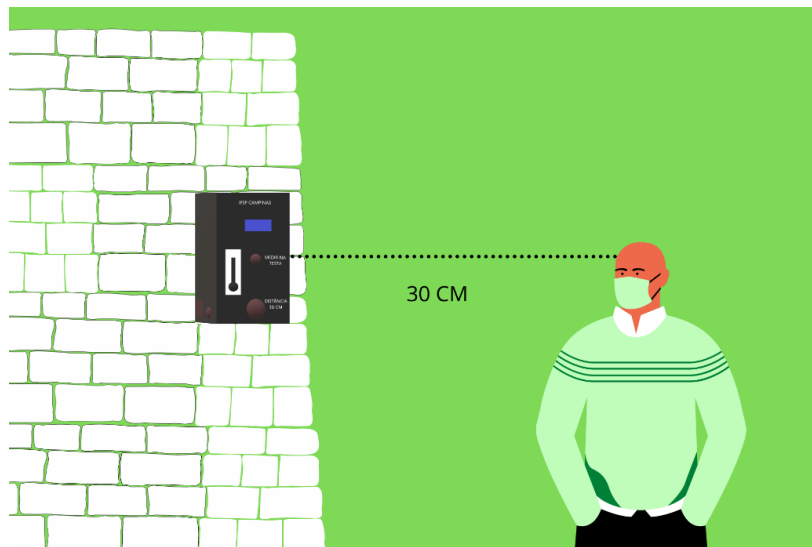
MODELO LOCAL E EM NUVEM



Fonte: Autoria Própria.

Na Figura 2, observa-se a proposta de instalação do protótipo, a qual é instalada na entrada da instituição de ensino.

Figura 2 – Proposta de Instalação (Croqui)



Fonte: Autoria Própria.

Serão desenvolvidos dois modelos, um com monitoramento local e outro com envio de dados para nuvem. Com o modelo que possui monitoramento local, os dados serão enviados para o SDCard, enquanto o modelo com monitoramento em nuvem, terão seus dados armazenados na plataforma IoT, ThingSpeak.com, para posterior análise estatística e disponibilizados para estudos. Ao total serão desenvolvidos 31 protótipos com as seguintes características.

- 21 equipamentos com monitoramento da temperatura com armazenamento local;
- 10 equipamentos com monitoramento da temperatura e armazenamento remoto utilizando a rede local WIFI.

Em seguida, explica-se os procedimentos para o desenvolvimento do projeto, sendo necessária a organização e elaboração das seguintes etapas: Cronograma, Diagrama de Blocos, Lista de Materiais, Projeto Elétrico, Projeto Mecânico e o Modelo de Negócios Canvas.

A) Cronograma

Esse projeto iniciou-se, no final do semestre do ano de 2020. Todavia, ocorreram atrasos burocráticos para a aquisição e exportação dos sensores de temperatura. Desse modo, os afazeres do projeto tiveram de ter seus tempos de

desenvolvimento limitados a fim de evitar atrasos e, conseqüentemente, problemas que possam prejudicar ou, até mesmo, impedir a elaboração do trabalho. Distribuindo-se por doze meses consecutivos.

Na Tabela 1, observa-se o cronograma a ser cumprido:

Tabela 1 – Cronograma

TAREFAS	1º SEMESTRE						2º SEMESTRE					
	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Desenvolvimento do Protótipo Inicial												
Teste em bancada												
Melhoras no design												
Desenvolvimento do Protótipo Aprimorado												
Desenvolvimento do Protótipo Final												
Montagem e Testagem dos Equipamentos												
Entrega dos modelos desenvolvidos												
Escrita do relatório												
Relatório parcial												
Relatório Final												
Inscrição e Participação em feiras												

Fonte: Autoria Própria.

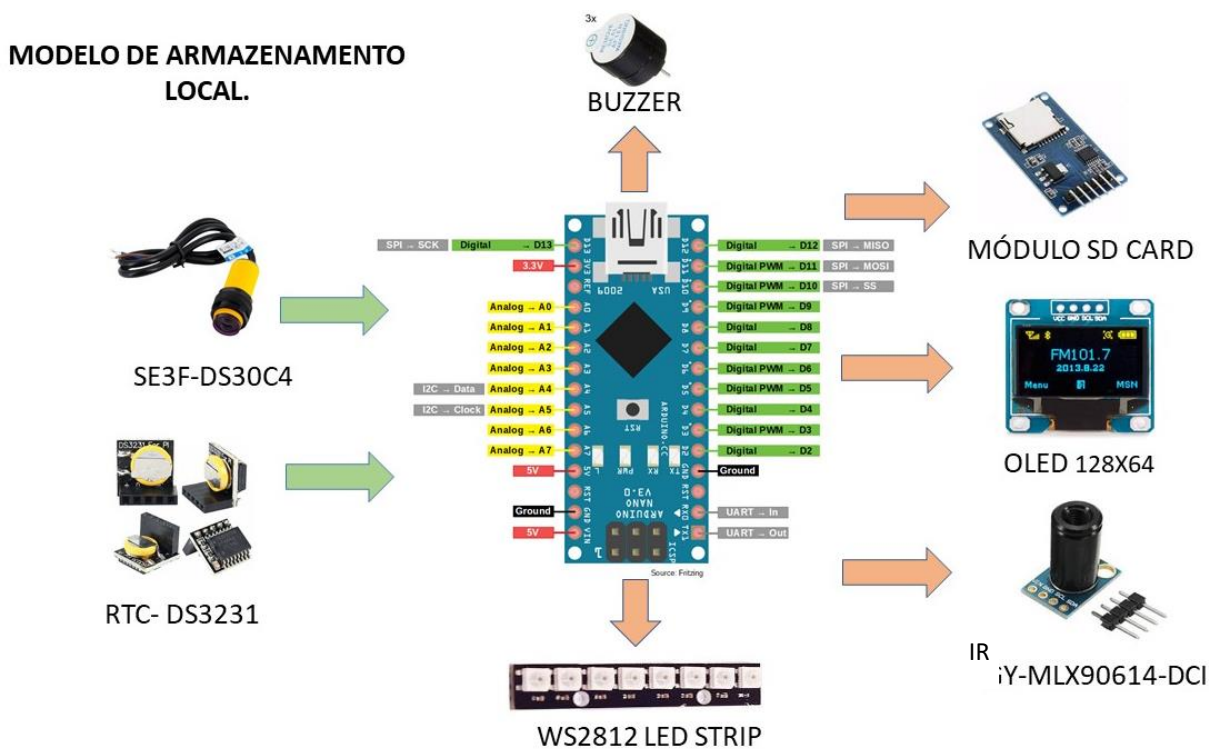
Na Tabela 1, observa-se as tarefas divididas em duas seções distintas representadas por três cores. A primeira seção, caracterizada pelos blocos azuis, indica o período previsto para a realização da atividade. Já a segunda seção é caracterizada pelos blocos verdes - indica o período real em que a atividade foi realizada, e os blocos amarelos – indica que a tarefa está sendo realizada.

B) Diagrama de Blocos

O diagrama de blocos é uma representação visual do circuito que mostra a construção geral do dispositivo, demonstrando o fluxo de informações e energização entre os inúmeros componentes que constituirão o dispositivo. Serão desenvolvidos dois modelos de equipamentos:

Modelo 1: Utilizado para armazenamento de dados local através do Cartão SD. Este modelo utiliza como componente central a placa microcontroladora Arduino Nano com processador ATmega328P, responsável pela automação do protótipo e transmissão dos dados. Na Figura 3, observa-se o diagrama de bloco desse modelo.

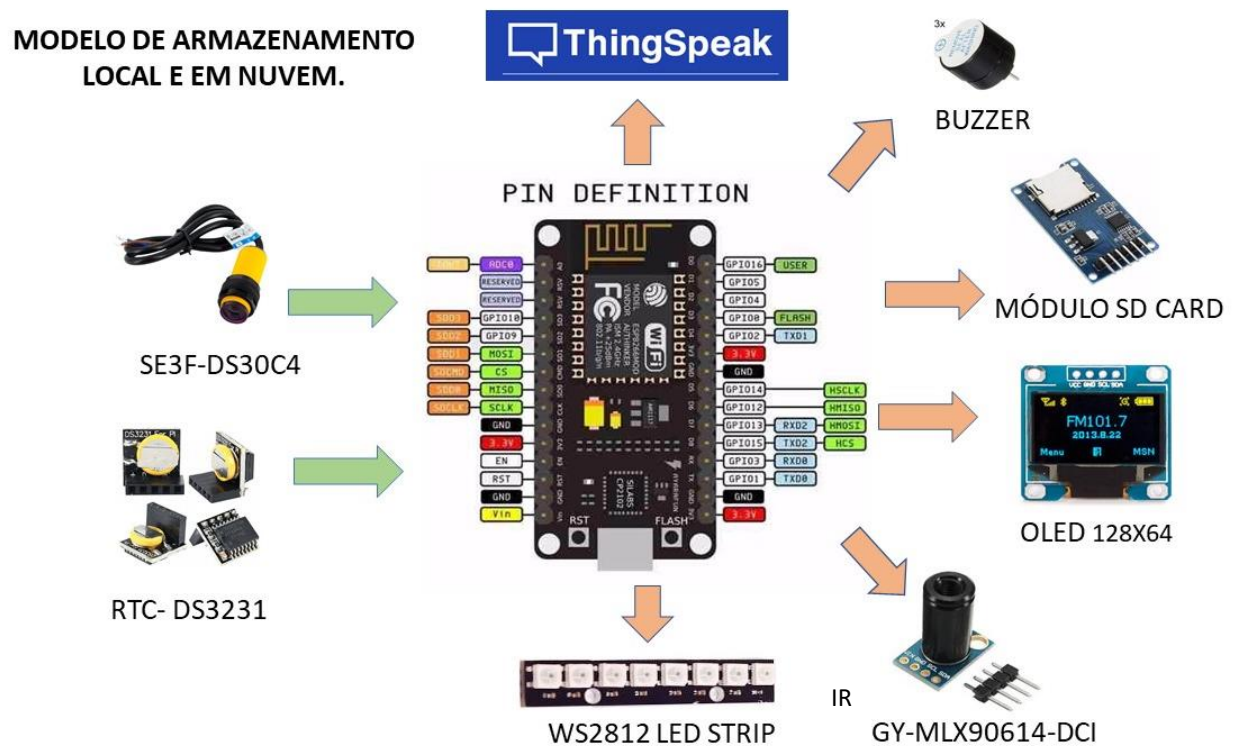
Figura 3 – Modelo 1: Diagrama de Blocos



Fonte: Autoria Própria.

Modelo 2: Utilizado para armazenamento de dados local através do Cartão SD e também para o armazenamento de dados na nuvem via Wi-Fi. Este modelo utiliza a placa microcontroladora ESP8266NodeMcu com Módulo 12-E, responsável pela comunicação via Wi-Fi, possibilitando o armazenamento de dados em nuvem em uma plataforma IoT, a ThingSpeak.com, capaz de permitir o armazenamento de dados em tempo real. Na Figura 4, observa-se o diagrama de bloco desse modelo.

Figura 4 – Modelo 2: Diagrama de Blocos



Fonte: Autoria Própria.

C) Funcionamento do protótipo

O protótipo faz a aquisição da temperatura sem contato físico utilizando um sensor modelo IR MLX90614, o qual realiza medição de temperatura através da luz infravermelha em uma distância de 30 cm com exatidão médica de $\pm 0,2^{\circ}\text{C}$. De acordo com a medição executada podem ser acionadas duas saídas discretas, uma autorizando a entrada da pessoa à instituição (indicação visual verde) – sinalizando uma temperatura corporal inferior a $37,8^{\circ}\text{C}$ e a outra não autorizando a entrada da pessoa a instituição (indicação visual vermelha) – sinalizando temperatura corporal superior a $37,8^{\circ}\text{C}$. Essa indicação visual ocorrerá através do Led. Como complemento o aparelho também contará com uma sinalização sonora, através do buzzer.

Entretanto, o acionamento da aferição da temperatura só ocorre quando o sensor de proximidade E18-D80NK detectar em até 30 cm um corpo em frente ao dispositivo, ao identificar o corpo, ocorre uma sinalização azul através do Led e mensagem no display sinalizando o início da medição.

Os dados obtidos possuem duas formas de armazenamentos. O Modelo 1, permite o armazenamento apenas de forma local, disponibilizando a data, hora e temperatura medida em um Cartão SD, diferente do Modelo 2 que além do armazenamento local permite o armazenamento de dados para a plataforma online ThingSpeak.com para futuras consultas e análises.

Utiliza-se nos dois modelos, um sistema de armazenamento local de dados para evitar a perda de dados referentes a medida de temperatura corporal.

D) Lista de Materiais

A lista de materiais, representada na Tabela 2 mostra os preços dos materiais que foram utilizados na montagem do protótipo.

Item	Valor (R\$)
I2C Non-contact IR Temperature Sensor (MLX90614-DCI)	650,00
Fonte chaveada 5V 2A	22,00
Barra De 8 Leds Rgb Endereçavel Ws2812	17,50
Cartão Sd Compatível Com Arduino	10,00
Cartão de Memória 4GB Micro SD	20,00
Base de borracha (suporte)	1,33
Jumpers - Macho / Macho Macho / Fêmea Fêmea / Fêmea	1,40
Conector Fêmea 3X0,26 - Uso Geral	3,99
Terminal Fio Fêmea Encaixe C/trava Fio 4.8mm 7027a	0,40
Botao Liga Desliga Gangorra	3,00
Jack Tipo P4 Dc Fêmea 2mm Para Solda	1,50
Borne Kre 3 Vias Az 5.0 12,5mm (kf3000)	0,70
Placa circuito impresso	2,00
Borne Kre 2 Vias Az 5.0 12,5mm (kf3000)	0,54
Modulo Esp8266 Oled - Esp32 + Wifi + Bluetooth Dual Core Esp	100,00

Espaguete termo retrátil 2mm ²	0,90
Espaguete termo-retrátil 1,55mm ²	1,10
Espaguete termo-retrátil 3mm ²	0,90
Espaguete termo-retrátil 4mm ²	1,00
Espaguete termo-retrátil 5mm ²	1,30
Arduino Nano Borne V3.0 3.0 Ch340g	
Ch340	50,00
Oled Display 0,96 128x64 I2c	40,00
TOTAL (R\$)	927,56

Observa-se que o orçamento do protótipo totalizou um valor de, aproximadamente, 927 reais; um valor viável para a produção e implementação de um equipamento com durabilidade e vasta utilização, observa-se que, caso o equipamento seja produzido em escala maior do que a planejada, esse custo será reduzido.

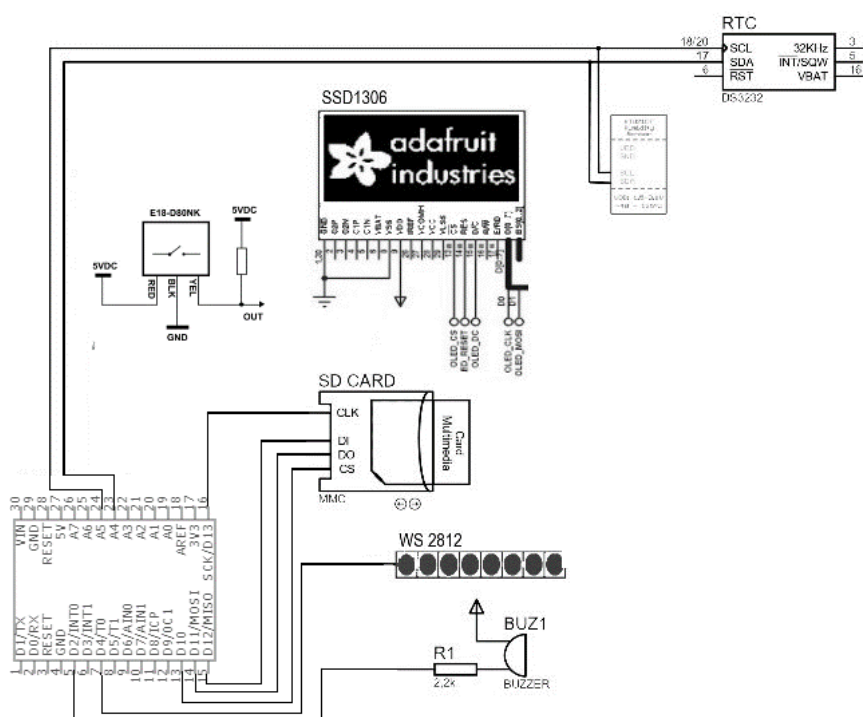
E) Projeto Elétrico

O projeto elétrico está dimensionado para alimentação por uma fonte bivolt, placa microcontroladora ESP8266 NodeMCU ou placa microcontroladora Arduino Nano com display, sensor de proximidade, leds, buzzer, sensor de temperatura sem contato e caixa com Madeira ABS para encapsulamento dos componentes.

F) Esquema Elétrico

O circuito do dispositivo foi, antes de qualquer montagem física, testado em âmbitos teóricos. Para simular e projetar o esquema elétrico foi utilizado o software Proteus 8.0 Versão estudante. Na Figura 5, observa-se o esquema que tem como seu componente principal o Arduino Nano, realizando conexões com os demais componentes.

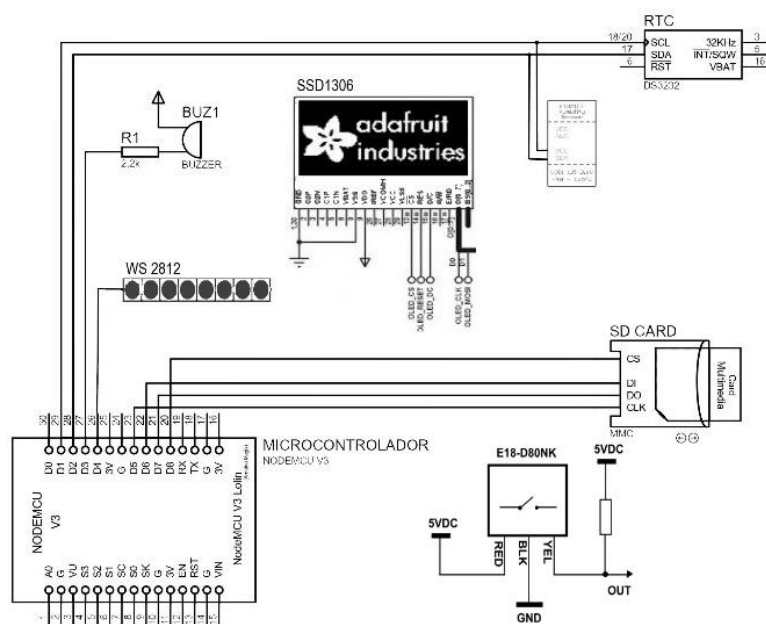
Figura 5 – Esquema Elétrico (Arduino Nano)



Fonte: Autoria Própria

Na Figura 6, observa-se o esquema que tem como seu componente principal o ESP8266 NodeMCU, realizando conexões com os demais componentes.

Figura 6 – Esquema Elétrico (ESP8266 NodeMCU)

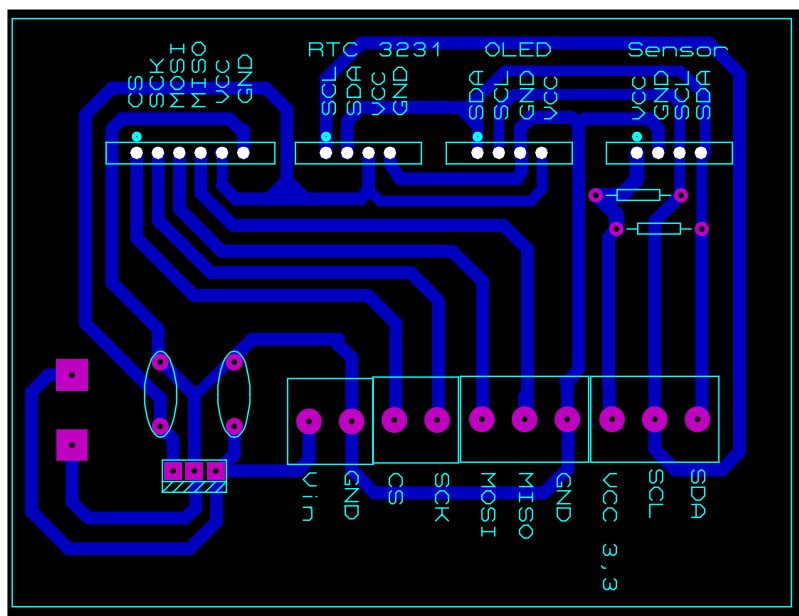


Fonte: Autoria Própria

G) Placa de Circuito Impresso

Desenvolvido o esquema elétrico do equipamento, desenvolve-se uma placa de circuito impresso que possa ser utilizada nos dois modelos propostos. Na Figura 7, observa-se a placa desenvolvida no software Eagle versão Estudante.

Figura 7 – Placa de Circuito Impresso



Fonte: Autoria Própria

H) Programação

Para o desenvolvimento da programação, utiliza-se a programação do código fonte em linguagem C no ambiente de programação Arduino IDE. Inclui-se as bibliotecas “Wire” e “Adafruit_SSD1306” para comunicação e escrita de caracteres no display OLED, a biblioteca “DS3231.h” para comunicação com o RTC e “Adafruit_NeoPixel” para comunicação com o WS2812 Led Strip, além da biblioteca “SPI” para a comunicação com o Cartão SD. Por fim, definem-se as entradas SCL e SDA da placa microcontroladora para comunicação com o display OLED, RTC DS3231 e com o sensor GY MLX90614.

No caso do Modelo 1, utiliza-se a placa microcontroladora Arduino Uno com processador ATmega328P, enquanto no Modelo 2, utiliza-se a placa microcontroladora ESP8266 NodeMCU, além das bibliotecas e lógicas citadas, tornando-se necessário a inclusão de bibliotecas como “ESP8266.WiFi” para a

comunicação via Wi-Fi com o microcontrolador e a "ThingSpeak" para captação e envio dos dados via Wi-Fi.

Na Figura 8, mostra o início da programação do código fonte – Modelo 1, que inicia após a inicialização da placa microcontroladora Arduino Nano. Após essas condicionais estarem funcionando, o programa possibilita duas variáveis, a temperatura inferior a 37,8°C e a temperatura superior a 37,8°C que ao serem condicionadas realizam indicações visual e sonoras pré-determinadas que podem ser observadas no Apêndice A.

Figura 8 – Código Fonte (Modelo 1)



```
sketch_jan27a | Arduino 1.8.12
Arquivo Editar Sketch Ferramentas Ajuda

sketch_jan27a §

#include <SD.h>
#include <SPI.h>
#include <Wire.h>
#include <DS3231.h>
#include <Adafruit_MLX90614.h>
#include <Adafruit_GFX.h>
#include <Adafruit_SSD1306.h>
#include <Adafruit_NeoPixel.h>

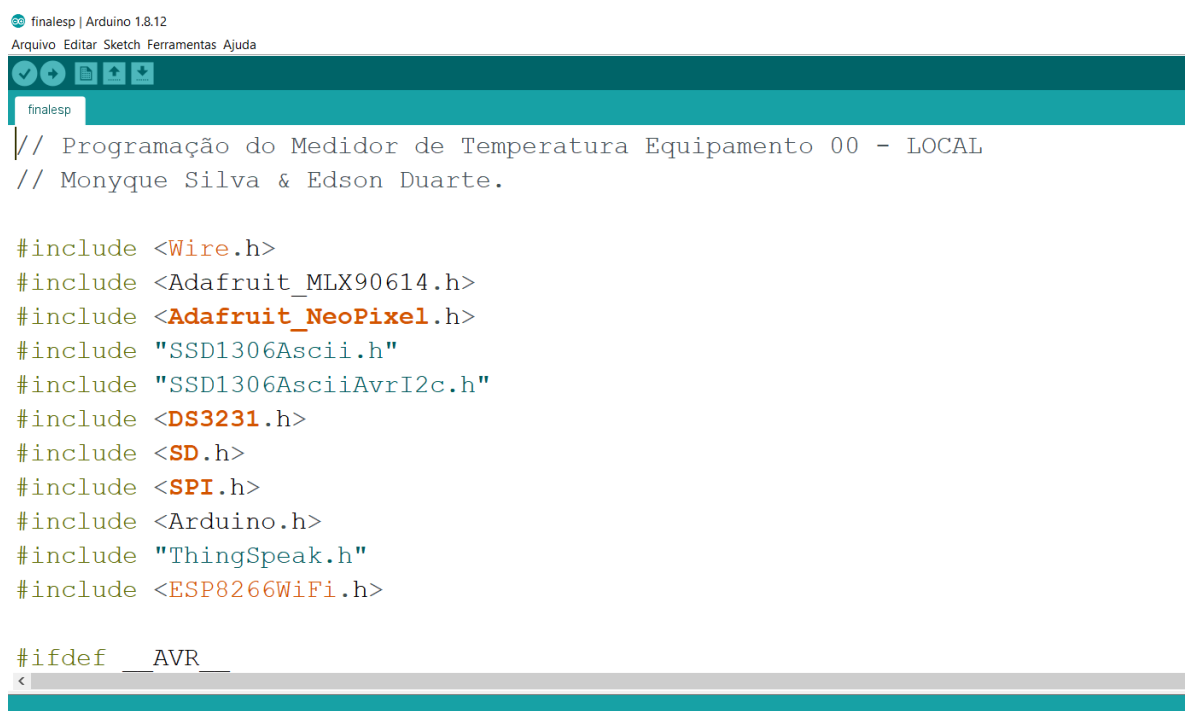
#define pinDIN 2
#define pocetLED 8
#define SENSOR 5
|
#include "SSD1306Ascii.h"
#include "SSD1306AsciiAvrI2c.h"

// 0x3C1C70 - 0x3C1C7D == 0x3D
```

Fonte: Autoria Própria

Na Figura 9, mostra o início da programação do código fonte – Modelo 2, que inicia após a inicialização da placa microcontroladora ESP8266 e comunicação via Wi-Fi. Após essas condicionais estarem funcionando, o programa possibilita duas variáveis, a temperatura inferior a 37,8°C e a temperatura superior a 37,8°C que ao serem condicionadas realizam indicações visual e sonoras pré-determinadas que podem ser observadas no Apêndice B.

Figura 9– Código Fonte (Modelo 2)

The image shows a screenshot of the Arduino IDE interface. At the top, the title bar reads 'finalesp | Arduino 1.8.12'. Below it, the menu bar includes 'Arquivo', 'Editar', 'Sketch', 'Ferramentas', and 'Ajuda'. The toolbar contains icons for opening files, saving, and running the sketch. The main text area shows the following code:

```
// Programação do Medidor de Temperatura Equipamento 00 - LOCAL
// Monyque Silva & Edson Duarte.

#include <Wire.h>
#include <Adafruit_MLX90614.h>
#include <Adafruit_NeoPixel.h>
#include "SSD1306Ascii.h"
#include "SSD1306AsciiAvrI2c.h"
#include <DS3231.h>
#include <SD.h>
#include <SPI.h>
#include <Arduino.h>
#include "ThingSpeak.h"
#include <ESP8266WiFi.h>

#ifdef __AVR__
```

Fonte: Autoria Própria

I) Projeto Mecânico

O projeto mecânico consiste em elaborar os desenhos mecânicos da estrutura do protótipo. O equipamento tem como características e dimensões:

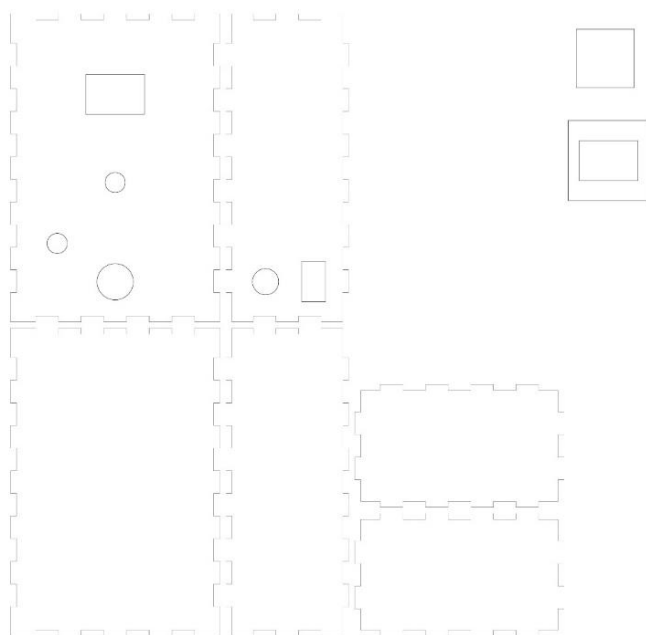
- Dimensões básicas 100x120x80mm (A x L x P);
- Alimentação bivolt 127 ou 220Vac;
- Confeccionado em Madeira.

Inicialmente, o primeiro projeto mecânico foi desenvolvido em caixas de madeira MDF. Após o período de aprimoramento de design e testes, o equipamento foi confeccionado em caixas plásticas ABS.

Na Figura 10, observa-se o desenho mecânico desenvolvido no software “Maker Case”, posteriormente, esse desenho foi enviado para o software “Corel Draw” que permite o envio do desenho para a cortadora a laser para que seja realizado os cortes.

Devido as caixas de plástico ABS já virem montadas, não foi necessário cortar cada parte e unifica-las, realizando apenas o corte de onde cada equipamento seria inserido

Figura 10– Design (Corte)



Fonte: Autoria Própria

Na Figura 11, observa-se o design desenvolvido sendo cortado na impressora a laser.

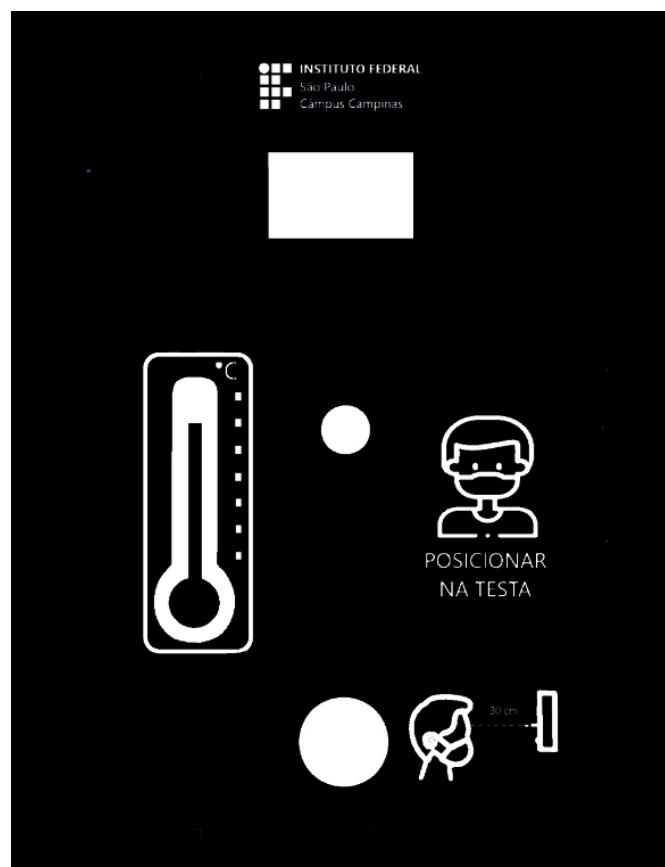
Figura 11– Design (Impressora a Laser)



Fonte: Autoria Própria

Após o desenvolvimento da caixa na impressora a laser, desenvolve-se os desenhos que serão gravados no equipamento. Na Figura 12, observa-se o design da gravura desenvolvido até o momento. Este design é impresso em folha adesiva e colado na caixa. Os desenhos ao lado dos componentes foram desenvolvidos de forma a auxiliar na utilização do equipamento que deverá medir a temperatura na testa e em distâncias de até 30 cm.

Figura 12– Design (Gravura)



Fonte: Autoria Própria

Atualmente, o projeto se encontra na 3º Versão de Design, demonstrando um modelo reduzido com melhorias de design após o desenvolvimento de um questionário para observação da 1º Versão de Design que era mais robusto e não aproveita o espaço da caixa corretamente, ocasionando no gasto excessivo de caixas plásticas e madeira MDF.

J) Modelo de Negócios Canvas

De forma a analisar o potencial de inovação e empreendedorismo do equipamento, além de analisar sua possibilidade de confecção em larga escala e custo benefício, desenvolve-se o Modelo de Negócios Canvas.

Ressalta-se os principais pontos de uma série de variáveis capazes de auxiliar na organização das informações iniciais do negócio de forma a desenvolver uma visão macro do negócio. Para isso identifica-se o público-alvo, os custos e as fontes de renda do produto, além do segmento de mercado e atividades chaves. Na Figura 13 observa-se o modelo desenvolvido.

Figura 13 – Modelo de Negócios



Fonte: Autoria Própria

Ademais, nota-se que o segmento de mercado, inicialmente, tem como foco as instituições de ensino, sendo necessário o estabelecimento de duas relações comerciais importantes: a relação B2C (Business to Consumer) -

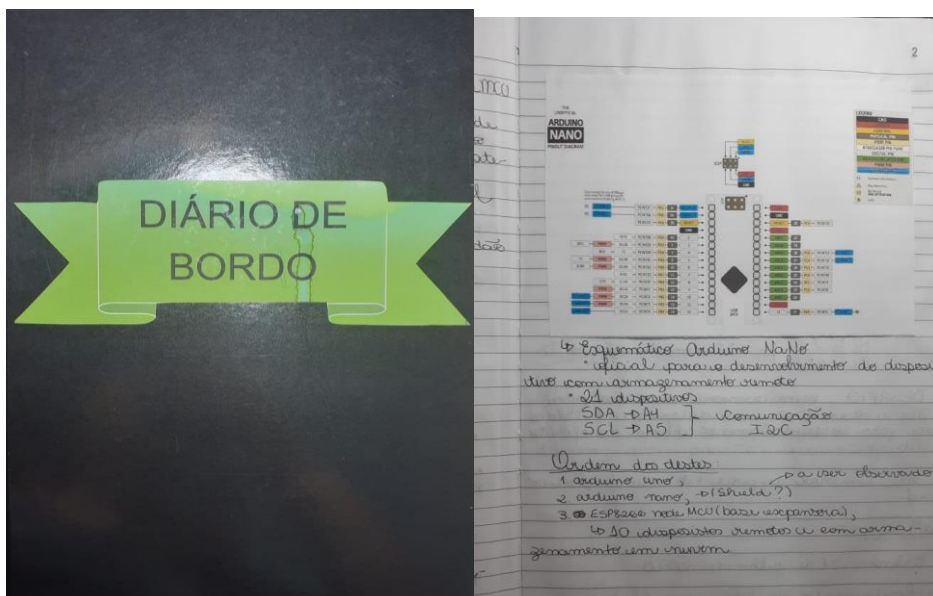
utilizada nas instituições privadas onde há ligação direta com os clientes finais, e a B2G (Business to Government) – utilizada para as instituições públicas onde há venda do produto para o governo nacional, estadual ou municipal tendo diversas particularidades e processos que devem ser seguidos.

K) Registro da Documentação Diária – Diário de Bordo

De modo a registrar os pensamentos, observações e questionamentos obtidos ao longo do desenvolvimento do projeto, utiliza-se de uma ferramenta documentativa, o Diário de Bordo.

Na Figura 14, observa-se a capa e a página inicial do Diário de Bordo. Utiliza-se um caderno de atas, isto é, de brochura com as páginas nomeadas de forma a não perder a linha de raciocínio desenvolvido.

Figura 14– Diário de Bordo



Fonte: Autoria Própria

3. Resultados e Discussão

Este projeto possui um protótipo funcional que está em fase de testes, sendo capaz de realizar a aferição da temperatura corporal em distâncias de até 30 cm com indicação visual e sonora, além de armazenar os dados de forma local e em nuvem. Na Figura 15, apresenta-se a versão atual do design do equipamento com armazenamento de dados remoto.

Figura 15 – Protótipo –Design



Fonte: Autoria Própria.

Na Figura 16, observa-se os dados obtidos via armazenamento local através do SD Card. Nesse chip, estão armazenadas as temperaturas aferidas e a data e hora que a aferição ocorreu.

Figura 16 – Protótipo – Armazenamento Local



Fonte: Autoria Própria.

Ressalta-se a utilização do led de indicação visual apresenta três cores com cada indicação tendo significado próprio. A indicação azul apresenta que um corpo foi identificado na distância de 30 cm e o equipamento está apto para a medição, já a indicação verde apresenta que a temperatura corporal foi aferida e tem temperatura inferior a 37,8° e por fim, a indicação vermelha que demonstra a aferição de temperaturas corporais acima do limite estabelecido, além disso, ela pode indicar que a aferição foi realizada de forma incorreta e deve-se medir novamente.

Na Figura 17, observa-se como o dispositivo se encontra ao identificar um corpo (objetivo) a aferir a temperatura.

Figura 17 – Led Azul



Fonte: Autoria Própria

Na Figura 18, observa-se como o equipamento fica ao realizar corretamente a aferição da temperatura.

Figura 18 – Led Verde



Fonte: Autoria Própria

Na situação em que a aferição foi realizada de forma incorreta, ocorrerá uma mensagem no display Oled pedindo para refazer a medição da temperatura e dando a temperatura como 1037,5°C – sendo esse um número que representa uma mensagem de erro. Na Figura 19, observa-se como o equipamento fica nessa situação.

Figura 19 – Mensagem de Erro

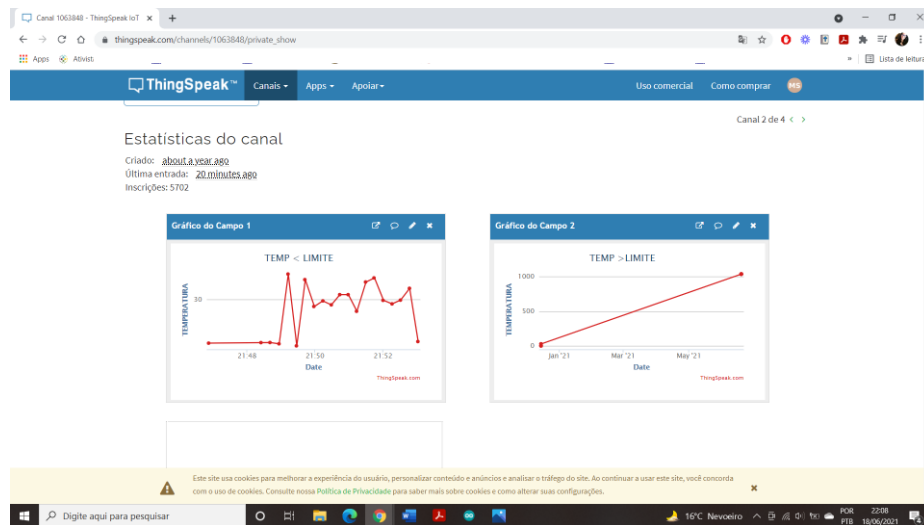


Fonte: Autoria Própria

No que diz respeito ao modelo remoto, ressalta-se que seu circuito elétrico está montado a placa, todavia ele não se encontra armazenado na caixa plástica. Espera-se, antes da montagem desse modelo, realizar a replicação dos 21 equipamentos locais, entretanto, é possível confirmar que os dados estão sendo armazenados na plataforma ThingSpeak.

Na Figura 20, demonstra-se os dados enviados para a plataforma online, utilizando o modelo de armazenamento local e em nuvem com o ESP8266 NodeMcu. São duas janelas para monitoramento, a primeira mostra os horários em tempo real em que a temperatura está acima do desejado e a segunda janela, quando a temperatura está abaixo ou igual ao desejado.

Figura 20 – ThingSpeak



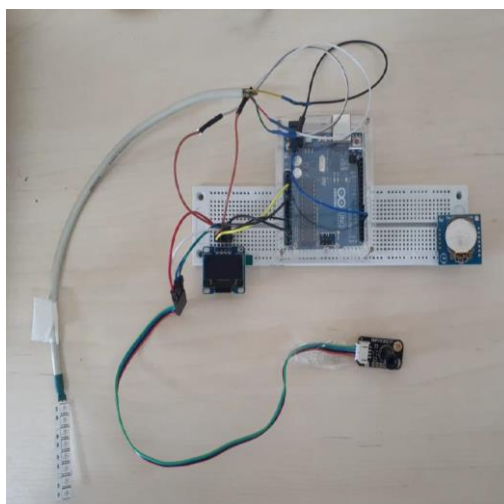
Fonte: Autoria Própria

A) Evolução

Na primeira fase do projeto, desenvolvida em janeiro de 2021, utilizou-se da placa microcontroladora Arduino Uno para a montagem do projeto. Entretanto, devido sua baixa capacidade de armazenamento, não era possível utilizar as bibliotecas do Display Oled e do SD Card juntas, interferindo na lógica da programação.

Na Figura 21, observa-se a primeira tentativa de modelo desenvolvido utilizando o Arduino Uno, mas sem o armazenamento remoto.

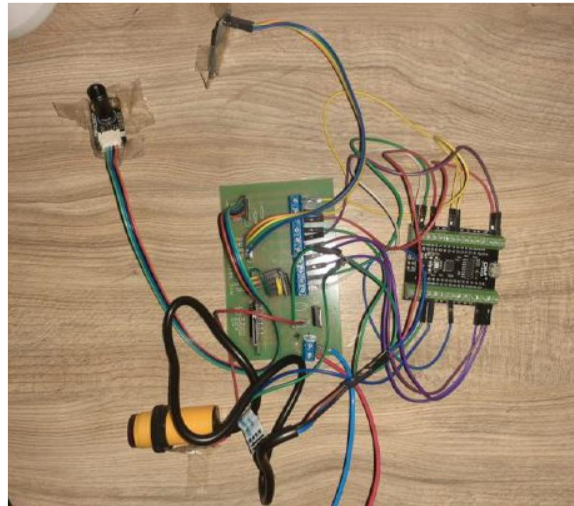
Figura 21 – 1 Versão



Fonte: Autoria Própria

Diante essa problemática, optou-se pela utilização da placa microcontroladora Arduino Nano, devido maior espaço de armazenamento de dados. Assim, desenvolveu-se o a programação, adaptou-se o circuito e o inseriu na placa de circuito impresso, assim, realizando a 2ª Versão vista na Figura 22.

Figura 22 – 2 Versão



Fonte: Autoria Própria

Desse modo, posto o circuito inteiro, desenvolveu-se a primeira versão de design da caixa externa que tinha o objetivo de analisar o dimensionamento do projeto. Na Figura 23, nota-se o modelo desenvolvido já com o circuito interno acoplado.

Figura 23 – Protótipo (Design 1ª Versão)



Fonte: Autoria Própria

Entretanto, este modelo era muito robusto e não aproveitava bem os espaços, além da programação utilizar de fontes pequenas no display oled. Analisando esses problemas, foi desenvolvido um questionário de sugestões de melhoria de design, analisada as sugestões e acatadas as possíveis, desenvolveu-se o segundo modelo de design.

Na Figura 24, apresenta-se o processo de montagem da segunda versão do equipamento.

Figura 24 – Processo de Montagem



Fonte: Autoria Própria

Na Figura 25, apresenta-se a segunda versão de design do protótipo encapsulado e em funcionamento.

Figura 25 – Protótipo (Design 2º Versão)



Fonte: Autoria Própria

Essa segunda versão de design teve suas dimensões desenvolvidas do tamanho da caixa de plástico ABS já adquirida, desse modo, comprovado que as dimensões da caixa de madeira suportavam o equipamento, realizou-se os cortes necessários na caixa plástica ABS e acoplou-se os desenhos desenvolvidos e impressos na folha adesiva a caixa ABS, assim, finalizando a terceira versão de design do protótipo.

Na Figura 26, apresenta-se o protótipo atual nas mãos da autora.

Figura 26 – Projeto – 2º Versão



Fonte: Autoria Própria.

7. Considerações Finais

Em virtude dos fatos citados ao longo do relatório, conclui-se que foi desenvolvido um dispositivo que realiza a medição de temperatura e que envia os dados armazenados para a nuvem e registro local. Espera-se com este projeto atingir 31 campus do IFSP com a instalação de pelo menos uma unidade para cada um destes campus, a estimativa de monitoramento passa de 40 mil alunos sem contar os servidores e público em geral que acessam as dependências da instituição.

Estes equipamentos tem possibilidade de escalonamento e replicabilidade o que possibilita que seja ampliada a sua instalação de mais de uma unidade, nas unidades do Instituto Federal e em outras instituições.

Reconhece-se a funcionalidade do equipamento e a realização dos objetivos propostos, entretanto, observa-se a possibilidade de aprimoramento do protótipo.

Em uma versão futura, há a possibilidade de substituição do sensor de proximidade por um Módulo RFID, o qual permite a identificação dos funcionários e alunos de forma a ter um armazenamento de dados mais precisos. Todavia, essa aplicabilidade resulta em um custo adicional já que há a implementação do RFID nos cartões de identificação dos estudantes do Instituto Federal.

Ademais, estuda-se o desenvolvimento de um molde que auxilie no ajuste da altura do equipamento de forma a medir a temperatura de pessoas com baixa, média e alta estatura.

Referências

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Nota técnica VIMS/GGTES/ANVISA no 04/2020. Orientações para serviços de saúde: medidas de prevenção e controle que devem ser adotadas durante assistência aos casos suspeitos ou confirmados de infecção pelo novo coronavírus (SARS-CoV-2). Brasília, 2020. [cited 2020 Abr 16]. Disponível em:

<http://portal.anvisa.gov.br/docu-ments/33852/271858/Nota+T%C3%A9cnica+n+04-2020+GVIMS-GGTES-ANVISA/ab598660-3de4-4f14-8e6f-b9341c196b28> Acesso em: 18 Ago. 2020.

AZAMBUJA, Ariel. Avaliação da concordância entre diferentes termômetros na aferição da temperatura corporal de crianças. **Ufrgs.br**, 2011. Disponível em: <https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/32885> . Acesso em: 14 Jun. 2021.

Baig AM, Khaleeq A, Ali U, Syeda H. Evidence of the COVID-19 Virus Targeting the CNS: Tissue Distribution, Host-Virus Interaction, and Proposed Neurotropic Mechanisms. *ACS Chem Neurosci*. 2020. Disponível em:

<https://pubs.acs.org/doi/abs/10.1021/acscchem-neuro.0c0012> Acesso em: 20 Ago. 2020.

Coronavírus Brasil. Saude.gov.br. Disponível em: <https://covid.saude.gov.br/>. Acesso em: 28 Ago. 2020.

DELMONDES, Diego. Transmissão sem fio de aferição da temperatura do corpo humano. **Uniceub.br**, 2009. Disponível em:

<https://repositorio.uniceub.br/jspui/handle/123456789/3245> . Acesso em: 13 Jun. 2021.

Deng, Chu-Xia. The global battle against SARS-CoV-2 and COVID-19. *Ijbs.com*. Disponível

em: <https://www.ijbs.com/v16p1676.htm>. Acesso em: 20 Ago. 2020.

European Centre for Disease Prevention and Control (ECDC). Solna, Sweden: ECDC; c2020

[updated] 2020 Mar 16; cited 2020 Mar 16]. Geographical distribution of 2019-nCoV cases. Disponível em: <https://www.ecdc.europa.eu/en/geographical-distribution-2019-ncov-cases> Acesso em: 30 Ago. 2020.

GUIA TERMÔMETRO INFRAVERMELHO Maio 2020. [s.l.]: , [s.d.]. Disponível em:

https://www.ipen.br/portal_por/conteudo/institucional/noticias/Guia_Inmetro_termometro.pdf . Acesso em: 13 Jun. 2021.

ISER, BETINE PINTO MOEHLECKE et al. Definição de caso suspeito da COVID-19: uma revisão narrativa dos sinais e sintomas mais frequentes entre os casos confirmados. *Epidemiologia e Serviços de Saúde* [online]. 2020, v. 29, n. 3. Disponível em: <https://doi.org/10.5123/S1679-49742020000300018> .Epub 22 Jun 2020. ISSN 2237-9622. Acesso em: 10 Jun. 2021.

KASPER, D. L. et al. Fever. In: FAUCI, A. S. (Ed.). *Harrison's manual of medicine*. 19. ed. New York: The McGraw-Hill Companies, 2016. chapter 28.

LEDUC, D.; WOODS, S. Temperature measurement paediatrics. *Canadian Paediatric Society*, Oct. 2015. Disponível em: . Acesso em: 15 set. 2020.

Mapa da vacinação contra Covid-19 no Brasil | Vacina | G1. G1. Disponível em: <<https://especiais.g1.globo.com/bemestar/vacina/2021/mapa-brasil-vacina-covid/>>. Acesso em: 29 Aug. 2021.

MOREIRA, Rafael da Silveira. Análises de classes latentes dos sintomas relacionados à COVID-19 no Brasil: resultados da PNAD-COVID19. **Cadernos de Saúde Pública**, v. 37, n. 1, 2021. Disponível em: <https://scielosp.org/article/csp/2021.v37n1/e00238420/> . Acesso em: 13 Jun. 2021.

PACHECO, Flávia C.; FRANÇA, Giovanny V.A.; ELIDIO, Guilherme A.; *et al.* Trends and spatial distribution of MMR vaccine coverage in Brazil during 2007–2017. **Vaccine**, v. 37, n. 20, p. 2651–2655, 2019. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264410X19304700?via%3Dihub> . Acesso em: 13 Jun. 2021.

Report of the WHO-China Joint Mission on Coronavirus Disease 2019 (COVID-19). [cited 2020 Feb 25]. Disponível em: <https://www.who.int/docs/default-source/coronaviruse/who-china-joint-mission-on-covid-19-final-report.pdf> Acesso em: 13 Jun. 2021.

SATO, Ana Paula Sayuri. Pandemia e coberturas vacinais. **Revista de Saúde Pública**, v. 54, p. 115, 2020. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rsp/a/FkQQsNnvMMBkxP5Frj5KGgD/?lang=en#> .

Acesso em: 13 Jun. 2021.

SIMÕES, A.L.B.; MARTINO, M.M.F. Viabilidade circadiana da temperatura oral, timpânica e axilar em adultos hospitalizados. *Revista da Escola de Enfermagem - USP*, São Paulo, v. 41, n. 3, p. 485-491, 2007.

SOUZA, Luis Eugenio Portela Fernandes de; PAIM, Jairnilson Silva; TEIXEIRA, Carmen Fontes; *et al.* Os desafios atuais da luta pelo direito universal à saúde no Brasil. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 24, n. 8, p. 2783–2792, 2019.

The contribution of vaccination to global health: past, present and future | Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences.

Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences.

Disponível em: <https://royalsocietypublishing.org/doi/10.1098/rstb.2013.0433> .

Acesso em: 13 Jun. 2021.

Versão 5. PROTOCOLO DE MANEJO CLÍNICO DO CORONAVÍRUS (COVID-19) NA ATENÇÃO PRIMÁRIA À SAÚDE Brasília - DF Março de 2020

Secretaria de Atenção Primária à Saúde (SAPS). [s.l.:s.n., s.d.]. Disponível em:

<https://portalarqui-vos2.saude.gov.br/ima-ges/pdf/2020/marco/24/20200323-ProtocoloManejo-ver05.pdf>. Acesso em: 30 Ago. 2020.

World Health Organization. (WHO) Director-General's remarks at the media briefing on 2019-nCoV on 11 February. Disponível em:

<https://www.who.int/dg/speeches/detail/who-director-general-s-remarks-at-the-media-briefing-on-2019-ncov-on-11-february-2020> Acesso em: 22 Fev. 2020

World Health Organization. (WHO). **Episode #1 - Herd immunity**. Who.int.

Disponível em: <<https://www.who.int/emergencies/diseases/novel-coronavirus-2019/media-resources/science-in-5/episode-1>>. Acesso em: 29 Jul. 2021.

World Health Organization (WHO). Modes of transmission of the COVID-19 virus - Scientific brief. 29 March 2020. Disponível em:

<https://www.who.int/news-room/commentaries/detail/modes-of-transmission-of-virus-causng-covid-19-implications-for-ipc-precaution-recommendations> Acesso em: 10 Abr. 2020.