



Leonardo Hofferber

**DESENVOLVIMENTO DE UM EQUIPAMENTO AUTOMATIZADO PARA
APLICAÇÃO DE ÁLCOOL EM GEL**

Horizontalina - RS

2021

Leonardo Hofferber

**DESENVOLVIMENTO DE UM EQUIPAMENTO AUTOMATIZADO PARA
APLICAÇÃO DE ÁLCOOL EM GEL**

Trabalho Final de Curso apresentado como requisito parcial para a obtenção do título de bacharel em Engenharia de Controle e Automação na Faculdade Horizontina, sob a orientação do Prof. Alexandre Kunkel da Costa, Me.

Horizontina - RS

2021

FAHOR - FACULDADE HORIZONTINA
CURSO DE ENGENHARIA DE CONTROLE E AUTOMAÇÃO

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova o trabalho final de curso

**“DESENVOLVIMENTO DE UM EQUIPAMENTO AUTOMATIZADO PARA
APLICAÇÃO DE ÁLCOOL EM GEL”**

**Elaborada por:
Leonardo Hofferber**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em
Engenharia de Controle e Automação

Aprovado em: 13/12/2021
Pela Comissão Examinadora

Me. Alexandre Kunkel da Costa
Presidente da Comissão Examinadora - Orientador

Me. Rodrigo Bastos
FAHOR – Faculdade Horizontina

Me. Paulo Marcos Flores
FAHOR – Faculdade Horizontina

**Horizontina - RS
2021**

Primeiramente, agradecer a Deus.

Em seguida, agradecer aos meus pais. Por toda força e confiança depositada em mim desde o início desta trajetória.

Agradeço, também, aos professores, - principalmente ao professor e meu orientador Alexandre Kunkel da Costa, por se fazer presente durante a elaboração do projeto - colegas e amigos por todas as experiências e conhecimentos compartilhados durante esses anos.

“IMPOSSIBLE”.

(Autor Desconhecido)

RESUMO

O mundo foi assombrado por uma pandemia. A valorização da vida e de ações básicas foram aumentadas. O coronavírus espalhou-se de maneira muito rápida, alcançando todos os níveis da sociedade. Assim, o seguinte trabalho foca em umas das formas de prevenção na disseminação do vírus. Desenvolver um *dispenser* de álcool em gel automático capaz de prevenir sem haver o contato direto da pessoa com o equipamento, ainda realizando a leitura de temperatura corporal e do ambiente. Além disso, garante que pessoas com certas dificuldades motoras consigam utilizá-lo. O projeto foi desenvolvido a partir da metodologia científica-tecnológica, ocorrendo a aplicação da ideia. Ademais, o projeto busca facilitar a aplicação e higienização do líquido e o controle de temperatura em lugares com grande circulação de pessoas.

Palavras-chave: Automação. Prevenção. *Dispenser*.

ABSTRACT

The world has been haunted by a pandemic. The valuation of life and basic actions were increased. The coronavirus has spread very quickly, reaching all levels of society. Thus, the following work focuses on one of the ways to prevent the spread of the virus. Develop an automatic gel alcohol dispenser capable of preventing direct contact between the person and the equipment, while also taking the body and ambient temperature readings. In addition, it ensures that people with certain mobility difficulties are able to use it. The project was developed from the scientific-technological methodology, with the application of the idea taking place. In addition, the project seeks to facilitate the application and sanitization of the liquid and temperature control in places with high circulation of people.

Keywords: Automation. Prevention. Dispenser.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – 12 dicas de prevenção	17
Figura 2 – Mapa de vacinação no Brasil	18
Figura 3 – Máscara do tipo PFF2	20
Figura 4 – Distanciamento	21
Figura 5 – <i>Dispenser</i> convencional	22
Figura 6 – Totem de álcool em gel	23
Figura 7 – <i>Dispenser</i> automático	24
Figura 8 – Sensor Ultrassônico HC-SR04	26
Figura 9 – Sensor de Temperatura MLX90614	27
Figura 10 – Transistor BC548	28
Figura 11 – Diodo	29
Figura 12 – Relé	30
Figura 13 – Resistor	31
Figura 14 – Resistor variável - potenciômetro	32
Figura 15 – <i>Display</i> LCD	33
Figura 16 – Módulo I2C	34
Figura 17 – Eletrobomba	35
Figura 18 – <i>Protoboard</i>	36
Figura 19 – Conectores	37
Figura 20 – Arduino UNO	38
Figura 21 – Diagrama do MC-T	39
Figura 22 – Fluxograma	41
Figura 23 – Representação do Equipamento	43
Figura 24 – Circuito de liberação do álcool em gel	45
Figura 25 – Circuito de leitura da temperatura	46
Figura 26 – Montagem circuito de temperatura	48
Figura 27 – Montagem circuito da liberação do álcool em gel	49
Figura 28 – Liberação do Líquido	50
Figura 29 – Funcionamento da leitura de temperatura	51
Figura 30 – Funcionamento da aplicação do álcool em gel	52

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
1.1 TEMA	11
1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA	12
1.3 PROBLEMA DE PESQUISA	12
1.4 HIPÓTESES	12
1.5 JUSTIFICATIVA	13
1.6 OBJETIVOS	13
1.6.1 Objetivo Geral	13
1.6.2 Objetivos Específicos	14
2 REVISÃO DA LITERATURA	14
2.1 COVID-19	14
2.2 TRANSMISSÃO DO COVID-19	15
2.3 MÉTODOS DE PREVENÇÃO AO COVID-19	16
2.3.1 Vacinação	18
2.3.2 Máscaras	19
2.3.3 Distanciamento Social	21
2.3.4 Equipamentos de Aplicação de Álcool em Gel	22
2.3.4.1 <i>Dispenser Convencional</i>	22
2.3.4.2 <i>Dispenser em Totem</i>	23
2.3.4.3 <i>Dispenser Automático</i>	24
2.3.5 Componentes Eletrônicos	25
2.3.5.1 <i>Sensores</i>	25
2.3.5.1.1 <i>Sensor Ultrassônico HC-SR04</i>	25
2.3.5.1.2 <i>Sensor de Temperatura MLX90614</i>	27
2.3.5.2 <i>Transistor BC548</i>	27
2.3.5.3 <i>Diodo 1N4007</i>	28
2.3.5.4 <i>Relé</i>	29
2.3.5.5 <i>Resistores</i>	30
2.3.5.6 <i>Display LCD com módulo I2C</i>	32
2.3.5.7 <i>Bomba</i>	34
2.3.5.8 <i>Protoboard e Conectores</i>	35
2.3.6 Microcontrolador	37
2.3.6.1 <i>Arduino UNO</i>	38
3 METODOLOGIA	39
3.1 MÉTODO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO	39
4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS	42
4.1 FUNCIONAMENTO DO EQUIPAMENTO	42
4.1.1 Modelagem do equipamento	42

4.1.2 Projeto Elétrico	44
4.1.3 Lógica de Programação	46
4.1.4 Montagem dos circuitos	47
4.1.5 Montagem do protótipo	51
CONCLUSÃO	54
REFERÊNCIAS	55

1 INTRODUÇÃO

Em tempos hodiernos, uma pandemia era algo impensável entre as pessoas. Aprender a conviver de forma diferente entre colegas, amigos e familiares era algo inimaginável.

De forma geral, muitas atitudes e ações tiveram que ser refeitas ou desenvolvidas em todos os setores da sociedade. Pensamentos sobre a vida e momentos considerados simples, hoje em dia, são raros.

Todos os ambientes passaram por alterações, além daqueles que foram completamente fechados, por dias ou meses. Protocolos foram criados para manter a segurança de todas as pessoas, funcionários e clientes.

Espaços remanejados para haver distanciamentos mínimos, uso obrigatório de máscara em todos os lugares, uso de luvas em determinados ambientes, atendimentos apenas com hora marcada ou *deliveries* e a aplicação de álcool em gel se tornou essencial no dia-a-dia.

Ademais, em diversos ambientes, principalmente, em ambientes públicos com maiores fluxos de pessoas, foi-se necessário a implementação da leitura de temperatura corporal, outro método de prevenção.

Um fator importante a ser considerado, é a aplicação em pessoas com necessidades especiais e quaisquer outras dificuldades ou doenças em membros superiores, porque os produtos utilizados podem impossibilitar a proteção dessas pessoas.

Desta forma, desenvolver um aplicador de álcool em gel automatizado capaz de realizar a leitura de temperatura corporal facilita na aplicação diária em qualquer ambiente, evita o contato da pessoa com o equipamento e possibilita que não haja uma pessoa para a conferência de temperatura.

1.1 TEMA

No decorrer deste trabalho o foco principal é o desenvolvimento de um produto aplicador de álcool em gel automatizado capaz de realizar a leitura de temperatura. Um equipamento com mais precisão na dispersão do produto, evitando desperdícios, com um melhor custo benefício frente aos modelos convencionais e, automático.

1.2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

O trabalho é delimitado a elaboração de um protótipo capaz de realizar a aplicação de álcool em gel e fazer a verificação de temperatura corporal e do ambiente.

1.3 PROBLEMA DE PESQUISA

O problema encontrado durante o convívio nessa nova realidade foi o fato da preocupação com o contato, tentando evitar qualquer forma de contágio da doença. Porém, para realizar a aplicação do álcool em gel, que é uma medida de prevenção, o contato está presente no equipamento, e por muitas vezes, este está em local público, onde existe um fluxo grande de pessoas.

Outro ponto muito importante a ser resolvido é a relação das pessoas que possuem qualquer tipo de deficiência ou dificuldades em membros superiores, incapazes de realizar a prevenção em equipamentos padrões.

Soluções contra o desperdício de qualquer produto é o que a maioria das pessoas busca, assim tendo um menor gasto. As empresas, principalmente, buscam essas soluções com maior frequência, pois a ideia é ter reduções de custos sempre em todos os processos.

A implementação da leitura de temperatura é um ponto positivo que permite que não haja uma pessoa para essa função, evitando também o contato e uma possível contaminação.

Então, a pergunta chave é: O desenvolvimento de um *dispenser* automático com leitura de temperatura pode contribuir para a redução do contágio do vírus?

1.4 HIPÓTESES

A hipótese é uma suposição que se faz sobre algo, podendo ser verdadeira ou falsa, em que é fundamentada por evidências incompletas ou pressentimentos. É uma explicação teórica de um conjunto de dados que se espera que permaneçam válidos depois de observações futuras (MICHAELIS, 2021)

Com a utilização desse equipamento que está sendo desenvolvido há diversos fatores que serão otimizados:

- maior comodidade;
- não existe o contato com o equipamento;
- pode ser utilizado por pessoas com doenças em membros superiores;
- a aplicação é feita com a quantidade ideal de álcool;
- o desperdício do produto é menor;
- realiza leitura de temperatura ambiente e corporal; e
- pode ser utilizado em diversos ambientes.

1.5 JUSTIFICATIVA

O problema surgiu a partir da pandemia que se estende até os tempos atuais, porém, com tudo isso que está ocorrendo, as probabilidades de mudar a consciência das pessoas após o fim deste acontecimento é alta e, assim, tornando essas prevenções parte da rotina de todos, sendo essencial a presença de um equipamento desses na maioria dos ambientes públicos.

Evitando o contato das pessoas com o equipamento é possível ocasionar uma redução do contágio do vírus, além de proporcionar uma prevenção eficiente.

Ademais, o uso desse equipamento se torna essencial para pessoas com problemas de artrite reumática e outras doenças que possam comprometer a mobilidade das articulações, ou seja, pessoas que não consigam desenvolver o movimento necessário para a aplicação uniforme nas mãos.

Também é destinado para pessoas que possuam amputação de membros superiores, no que diz respeito à aplicação do álcool, e de membros inferiores, uma vez que estes podem ser necessários para a liberação do produto.

1.6 OBJETIVOS

Ao traçar um objetivo, você demonstra confiança sobre sua capacidade de alcançá-lo. Os objetivos são divididos entre aspectos gerais e aspectos específicos do estudo.

1.6.1 Objetivo Geral

O objetivo geral deste trabalho é desenvolver um *dispenser* automático para a liberação de álcool em gel e capaz de realizar a leitura de temperatura corporal e do ambiente.

1.6.2 Objetivos Específicos

- automatizar a aplicação do álcool em gel;
- realizar a aplicação do líquido sem o contato com o equipamento;
- realizar a leitura da temperatura ambiente e corporal;
- testar e validar o protótipo.

De forma específica, o objetivo é desenvolver um equipamento capaz de sanar todos os problemas encontrados, de forma eficiente, duradoura, flexível e de alto custo-benefício.

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 COVID-19

As epidemias regressam a cada certo tempo para recordarmos nossa vulnerabilidade. Vulnerabilidade ante a enfermidade e ante o poder. Em poucos meses, algo que parecia uma catástrofe distante se converteu em uma tragédia cotidiana. Esta enfermidade produzida por um dos mais insidiosos agentes infecciosos – e popularmente conhecida como corona vírus – se estendeu como poucas epidemias a quase todos os rincões do mundo (CUETO, 2020)

A alta velocidade de contágio dessa doença prejudicou muitas regiões em que não houveram programas de prevenções elaborados instantaneamente ou em regiões em que não houve a percepção das pessoas sobre o que realmente estava ou estaria para acontecer.

Poucos meses após os primeiros casos de coronavírus na China, o vírus se espalhou pelo nosso país.

O MS (Ministério da Saúde), desde o início, adotou a informação e a comunicação para a população e a imprensa como estratégias fundamentais para o enfrentamento da epidemia. Os números de casos confirmados e óbitos passaram a ser disponibilizados diariamente. Boletins epidemiológicos foram publicados, contendo orientações para a atuação da vigilância no contexto da ESPIN (Emergência em Saúde Pública de Importância Nacional). Além disso, entrevistas coletivas eram realizadas quase todos os dias, reforçando-se o compromisso do MS

com a transparência na informação e a agilidade na comunicação a respeito da situação epidemiológica e das ações de resposta (CRODA JHR, GARCIA, LP, 2020)

No Rio Grande do Sul, dia 30 de abril de 2020, o governador Eduardo Leite apresentou o primeiro modelo de distanciamento controlado, dividindo o Estado em vinte regiões e estipulando quatro modelos de bandeiras – amarela, laranja, vermelha e preta. Ademais, realizou a divisão dos segmentos setoriais. Ocorreu com 12 grupos, com restrições conforme as atividades específicas (GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2020)

Referente aos protocolos são adotadas condições conforme cada bandeira, com restrições de horário de funcionamento ou até mesmo se o estabelecimento deverá estar totalmente fechado, com restrições de lotação e distanciamentos mínimos. Estipulando o uso de determinados equipamentos de proteção individual (EPI's) e equipamento de proteção coletiva (EPC's) (GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2020)

Sobre as bandeiras: Cada cor determina estágios diferentes de controle. A bandeira amarela determina uma situação amena, com controles flexíveis. A bandeira laranja determina uma situação amena/média, com alguns controles específicos. A bandeira vermelha é um estágio médio/alto, em que muitos estabelecimentos começam a ter restrições mais controladas. Até chegarmos à bandeira preta, com uma situação avançada de controle. Restringindo praticamente todas as atividades comerciais e até atividades consideradas como *hobbies* (GOVERNO DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL, 2020)

2.2 TRANSMISSÃO DO COVID-19

O principal meio de transmissão da doença é de pessoa para pessoa. A partir de gotículas que são produzidas quando uma pessoa infectada tosse, espirra ou fala. Essas gotículas são inaladas ao organismo onde ocorre a reação. Essa propagação é mais provável quando os indivíduos estão em contato próximo (SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE DE MINAS GERAIS, 2020)

Um indivíduo mesmo não sentindo os sintomas da doença está condicionado a transmitir o vírus.

2.3 MÉTODOS DE PREVENÇÃO AO COVID-19

Uma frente muito importante contra o contágio da doença são os métodos de prevenção. Tendo em vista que, a cada momento, uma nova variável surge em uma determinada região, devido ao “relaxamento” da população com a prática dos métodos preventivos.

Dentre esses métodos pode-se citar a vacinação, o uso da máscara, o distanciamento social, o controle da temperatura e a higienização das mãos com água e sabão e aplicação de álcool em gel.

A Figura 1 evidencia os métodos preventivos elaborados à doença no início dos primeiros casos no país.

Figura 1: 12 dicas de prevenção

Prevenção

Lavar as mãos constantemente é uma das principais formas de prevenção



1.
Lavar as mãos até a metade do pulso, esfregando também as partes internas das unhas



2.
Usar álcool 70 para limpar as mãos antes de encostar em áreas como olhos, nariz e boca



3.
Tossir ou espirrar levando o rosto à parte interna do cotovelo



4.
Evitar multidões



5.
Usar máscara caso apresente sintomas



6.
Evitar tocar nariz, olhos e boca antes de limpar as mãos



7.
Manter a distância de um metro de pessoas espirrando ou tossindo



8.
Limpar com álcool objetos tocados frequentemente



9.
Evitar cumprimentar com beijos no rosto, apertando as mãos ou abraçando



10.
Evitar sair de casa, caso apresente algum sintoma da gripe



11.
Utilizar lenço descartável quando estiver com nariz escorrendo



12.
Se informar sobre os métodos de prevenção e passar informações corretas

Fonte: OHS, Ho Yeh Li, da Faculdade de Medicina da USP, e Rosana Richtmann, do Instituto Emílio Ribas

Fonte Arte: G1 (2020)

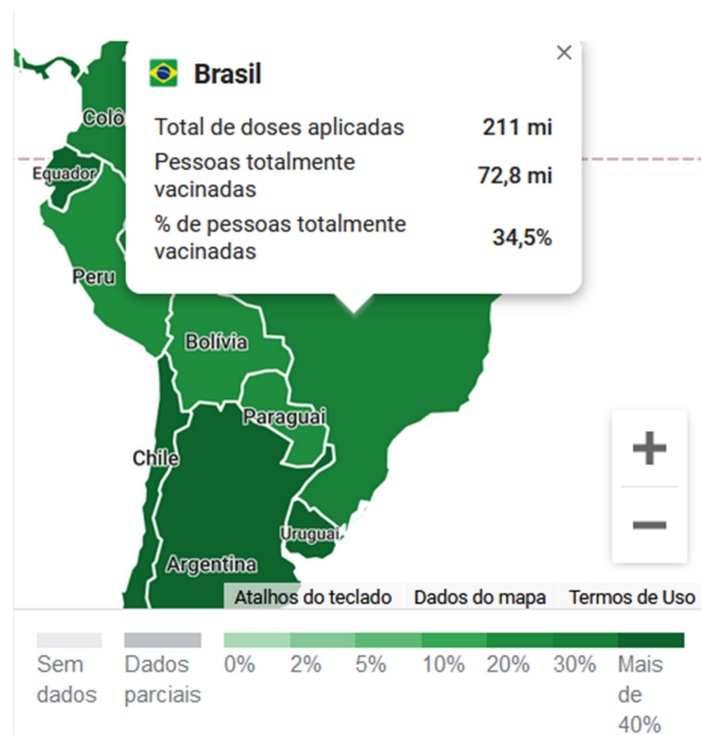
Ao passar dos dias, e com os estudos em cima dos milhares de casos, esses métodos foram se mostrando cada vez mais eficientes, e se, porventura, alguns não eram aplicados, as chances de contaminação aumentavam significativamente.

2.3.1 Vacinação

A vacina é uma forma inteligente de produzir uma resposta imunológica, ou seja, proteção no nosso organismo sem causar doença. As vacinas são projetadas para estimular memória imunológica. Nosso sistema imunológico é induzido pela vacinação a lembrar do contato com o microrganismo, deixando-nos protegido contra a doença por determinados períodos de tempo (SECRETARIA MUNICIPAL DE IPÊ – RS, 2021)

Segundo o *Our World In Data*, em 11 de setembro de 2021, cerca de 34,5% brasileiros estavam totalmente vacinados - com dose única ou com duas doses. Ou seja, aproximadamente 72,8 milhões de pessoas. Assim como demonstra a Figura 2.

Figura 2: Mapa de vacinação no Brasil



Fonte: *Our World In Data*, (11/09/2021)

A vacinação é uma forma segura e eficaz de prevenir doenças e salvar vidas. A partir da vacinação foi possível erradicar e controlar diversas doenças que eram perigosas em outros momentos da história.

2.3.2 Máscaras

As máscaras servem além da prevenção do Covid-19. Seus benefícios vão além, pois protegem de quaisquer impurezas respiratórias.

Assim sendo, a máscara evita com que o vírus seja inalado pelo nariz ou pela boca. E, previne a transmissão em caso do indivíduo não sofrer dos sintomas. Quando usadas de forma correta, as máscaras chegam a 70% de eficácia.

Dentre vários modelos de máscaras, as recomendadas para pessoas que trabalham diretamente em locais com alto índice de contágio são as máscaras do tipo N95 ou PFF2. Para profissionais de saúde e pessoas que apresentam sintomas a recomendação são máscaras cirúrgicas. A Figura 3 representa a máscara do tipo PFF2.

Figura 3: Máscara do tipo PFF2

Por que a máscara PFF2* protege mais?



*Este é seu nome oficial no Brasil. O padrão é equivalente às máscaras N95 (EUA), FFP2 (Europa) e KN95 (China), embora não sejam idênticas.

Fonte: Observatório Covid-19, 3M, CDC

BBC

Fonte: BBC News (2021)

Para a população, em geral, é recomendável utilizar qualquer tipo de máscara que possui três camadas de proteção. Além disso, a higienização das máscaras é fundamental a cada dia de utilização.

2.3.3 Distanciamento Social

Distanciamento social são medidas adotadas para limitar o convívio social com o objetivo de reduzir a propagação de determinada doença. A adoção de medidas desse tipo é essencial para evitar que se aumente o número de casos de pessoas doentes, reduzindo-se a necessidade de internações e evitando, assim, uma sobrecarga no sistema de saúde (BIOLOGIA NET, 2020)

Algumas medidas que fazem parte do distanciamento social são o mínimo de aglomerações, ocasionando a paralisação de diversos ambientes comerciais não essenciais, a paralisação de aulas presenciais e o distanciamento entre pessoas de, no mínimo, 1,50 metros. A Figura 4 demonstra um exemplo prático do distanciamento entre pessoas em local público.

Figura 4: Distanciamento



Fonte: Biologia Net (2020)

A paralisação de certas atividades não essenciais presenciais gerou um aumento expressivo de serviços *home office*. Uma prática que não era, em muitos casos, bem vista na comunidade, atualmente está mostrando que possui muitos lados positivos e é capaz de suprir a demanda de maneira semelhante à presencial.

2.3.4 Equipamentos de Aplicação de Álcool em Gel

Com as recomendações de aplicação de álcool em gel, todas as empresas tiveram que adquirir equipamentos para disponibilizar, em todos os ambientes, o produto. Essa alta demanda proporcionou uma elevação na procura por esses equipamentos.

Além do modelo convencional, que era o mais adquirido antes da pandemia, diversos outros modelos foram elaborados para suprir essa alta necessidade.

2.3.4.1 *Dispenser* Convencional

A Figura 5 exemplifica um *dispenser* convencional, com um funcionamento a partir da pressão exercida com mão sobre o botão.

Figura 5: *Dispenser* convencional



Fonte: EDECAM (s.d.)

O modelo convencional garante um controle sobre o produto, é de rápida e fácil utilização e possui um fácil reabastecimento. Normalmente é mais utilizado em banheiros públicos.

Uma desvantagem desse modelo em época pandêmica é que sua funcionalidade é garantida através do contato. Se o recomendável é manter o distanciamento entre pessoas, esse modelo não se torna viável em um ambiente público com grande fluxo, porque a transmissão se tornaria possível (SECRETARIA DE ESTADO DE SAÚDE DE MINAS GERAIS)

Outras questões são para indivíduos que possuem alguma deficiência ou dificuldades motoras em seus membros superiores, dificultando a utilização desse modelo.

2.3.4.2 *Dispenser em Totem*

Foram desenvolvidos equipamentos para aplicação com o pé, a partir da pressão do pé o álcool é aplicado. Muitos ambientes públicos aderiram a esse método, devido a uma maior facilidade na aplicação. A Figura 6 demonstra esse equipamento.

Figura 6: Totem de álcool em gel



Fonte: ARTPLAN (s.d.)

Como vantagens aos demais modelos, podem ser instalados em lugares públicos abertos, não necessitando de uma fixação aérea. Além disso, evita o contato direto com as mãos devido à aplicação ser realizada com o pé.

Também é um modelo de fácil manutenção e de reabastecimento.

Por outro lado, esse modelo impossibilita a aplicação de álcool em pessoas com deficiências ou dificuldades em membros inferiores, como indivíduos cadeirantes, por exemplo.

2.3.4.3 Dispenser Automático

Um modelo que aumentou expressivamente suas aparições foram os *dispensers* automáticos. Normalmente é utilizado em locais como *shoppings*, em que há fluxo alto de pessoas. O modelo da Figura 7 é um exemplo.

Figura 7: *Dispenser* Automático



Fonte: Magazine Luiza (s.d.)

Como vantagem em relação aos demais tipos não ocorre o contato do indivíduo com o equipamento para a higienização. Tem uma aplicação rápida e uniforme. É um modelo, também, de fácil reabastecimento e instalação.

Em muitas situações, por estar acostumado com os modelos convencionais, existe certa dificuldade para a aplicação com pessoas mais de idade. Por isso, é importante que haja uma sinalização no aparelho para evitar esses empecilhos.

Como objetivo do trabalho é desenvolver um equipamento automático, que seja um diferencial frente aos existentes, com utilização de sensores capazes de aplicar o álcool em gel de forma rápida, suficiente e uniforme, preservando o indivíduo e reduzindo desperdícios. Ademais, o equipamento será capaz de identificar a temperatura corporal da pessoa, outra forma de identificar uma possível contaminação.

2.3.5 Componentes Eletrônicos

Os componentes eletrônicos são essenciais para o funcionamento correto do circuito. São responsáveis por definir os níveis de corrente e tensão elétricas para que o circuito possa atingir um determinado objetivo (FBS Eletrônica, 2014)

2.3.5.1 Sensores

Dispositivos que convertem uma grandeza física de qualquer espécie em outro sinal que possa ser transmitido a um elemento indicador, para que este mostre o valor da grandeza que está sendo medida ou que seja inteligível para o elemento de comparação de um sistema de controle (FUENTES, RODRIGO CARDOZO, ME, 2005)

2.3.5.1.1 Sensor Ultrassônico HC-SR04

O sensor ultrassônico HC-SR04 possui um circuito de controle, um receptor e um transmissor ultrassônico. Segundo seu fabricante, *Elec Freaks*, o sensor atua em uma faixa de 2 cm a 400 cm, com uma taxa de precisão de 3 mm (NAKATANI, ALESSANDRO; GUIMARÃES, ANDERSON; NETO, VICENTE, 2014)

A Figura 8 demonstra um sensor ultrassônico HC-SR04.

Figura 8: Sensor Ultrassônico HC-SR04



Fonte: *Electfreaks* (s.d.)

Para começar a medição, o trigger deve receber um pulso de 5 V por pelo menos 10 μ s, fazendo o sensor transmitir 8 ciclos de pulsos ultrassônicos a 40 kHz e esperar pelo sinal refletido. Ao recebê-lo, o pino *echo* será colocado em *high* e sofrerá um *delay* proporcional à distância (NAKATANI, ALESSANDRO; GUIMARÃES, ANDERSON; NETO, VICENTE, 2014)

O cálculo para centímetros é realizado pela seguinte Equação 1:

$$dist = \frac{tempo\ em\ HIGH * velocidade\ do\ som}{2} \quad (1)$$

sendo:

velocidade do som: 340 m/s

No projeto, a partir da identificação de objeto do sensor ultrassônico, ocorre a liberação do álcool em gel. Portanto, esse sensor é de suma importância na ideia desenvolvida. Essa identificação ocorre em uma faixa de até 10 cm.

2.3.5.1.2 Sensor de Temperatura MLX90614

O sensor utilizado para aferir a temperatura corporal do usuário é o MLX90614, conforme a Figura 9.

Figura 9: Sensor de Temperatura MLX90614



Fonte: FILIPEFLOP (2021)

Ele possui um amplificador de baixo ruído, ADC de 17 bits e um DSP (*Digital Signal Processor*, em português Processador Digital de Sinais) capaz de fornecer uma alta precisão, chegando à precisão de 0,5 °C (MELEXIS, 2019)

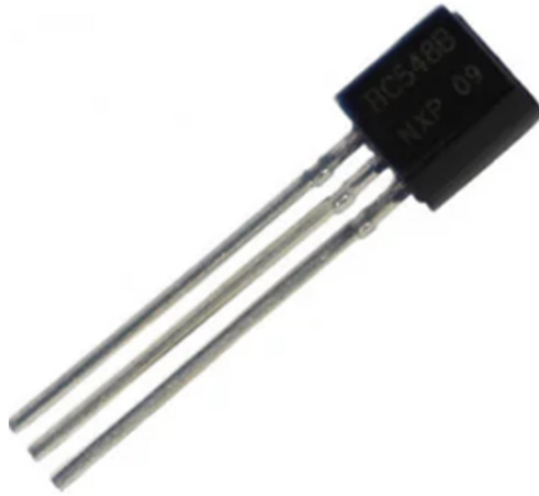
Como a utilização do sensor será para medição de temperaturas em seres humanos, onde a temperatura média é de 36 °C e 37,5 °C (MD SAÚDE, 2020), a faixa que ele trabalha com precisão de 0,5 °C é o ideal para este projeto (HOFFMANN, HENRIQUE, 2021)

2.3.5.2 Transistor BC548

O transistor é um dispositivo semicondutor de três camadas, muito utilizado na construção de chips eletrônicos para as mais variadas aplicações. Composto principalmente de silício ou germânio, o transistor é empregado em processos de amplificação e produção de sinais e em operações de chaveamento (MUNDO DA ELÉTRICA, S.D.)

O transistor utilizado no desenvolvimento do projeto foi o BC548. Conforme a Figura 10.

Figura 10: Transistor BC548



Fonte: Baú da Eletrônica (s.d.)

O transistor BC548 é NPN, assim, necessita de um nível lógico alto em sua base para a transmissão de corrente entre o coletor e o emissor, garantindo o funcionamento adequado. Possibilita a amplificação de sinais (BAÚ DA ELETRÔNICA, S.D.)

2.3.5.3 Diodo 1N4007

Um diodo é um componente eletrônico que permite a passagem da corrente elétrica somente em um sentido. O diodo é um componente com 2 terminais, onde o próprio símbolo esquemático indica qual é a polaridade. Se você observar o símbolo do diodo de perto, será possível visualizar um triângulo que forma uma pequena seta, indicando em que sentido a corrente elétrica é permitida. Nos diodos a corrente flui do ânodo para o catodo (MUNDO DA ELÉTRICA, S.D.)

A Figura 11 exemplifica um diodo.

Figura 11: Diodo



Fonte: Baú da Eletrônica (s.d.)

O diodo 1N4007 é o modelo da sua família (1N40XX) que mais suporta uma tensão reversa. Trabalhando a uma corrente de 1 A e suportando uma tensão reversa de 1 kV (BAÚ DA ELETRÔNICA, S.D.)

O diodo restringe a passagem da corrente em apenas um sentido, restringindo retornos inadequados e possíveis queimas.

2.3.5.4 Relé

Os relés basicamente são dispositivos elétricos que tem como função produzir modificações súbitas, porém predeterminadas em um ou mais circuitos elétricos de saída. O relé tem um circuito de comando, que no momento em que é alimentado por uma corrente, aciona um eletroímã que faz a mudança de posição de outro par de contadores, que estão ligados a um circuito ou comando secundário (Mundo da Elétrica, S.D.)

A Figura 12 é um modelo de relé.

Figura 12: Relé



Fonte: Eletrogate (s.d.)

2.3.5.5 Resistores

Os resistores são dispositivos capazes de transformar a energia elétrica que passam por eles em energia térmica, por meio do efeito joule. Dessa forma, eles são capazes de limitar a corrente em um determinado ponto do circuito (ATHOS ELECTRONICS, S.D.)

A Figura 13 exemplifica um exemplo de resistor.

Figura 13: Resistor



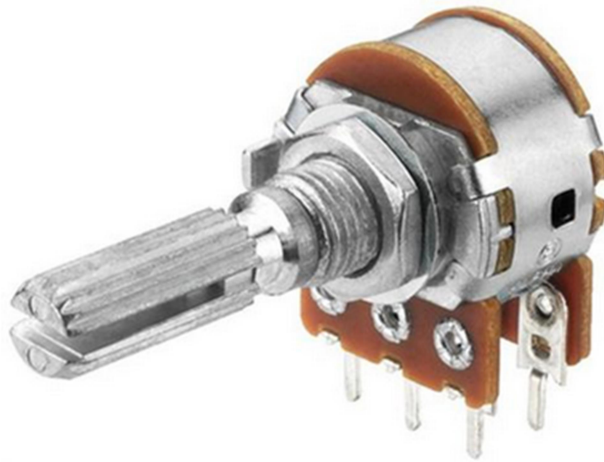
Fonte: Athos Electronics (s.d.)

Como a finalidade do resistor é limitar a corrente em um determinado ponto do circuito, cada resistor possui uma Resistência. É a grandeza elétrica medida em Ohms que determina a oposição do componente à passagem de corrente (ATHOS ELECTRONIC, S.D.)

Existem, também, modelos de resistores variáveis. O potenciômetro é um modelo de resistor variável. Ele consegue variar sua resistência de zero Ohm até o seu valor (ATHOS ELECTRONICS, S.D.)

A Figura 14 demonstra um exemplo desse modelo de resistor.

Figura 14: Resistor variável – potenciômetro



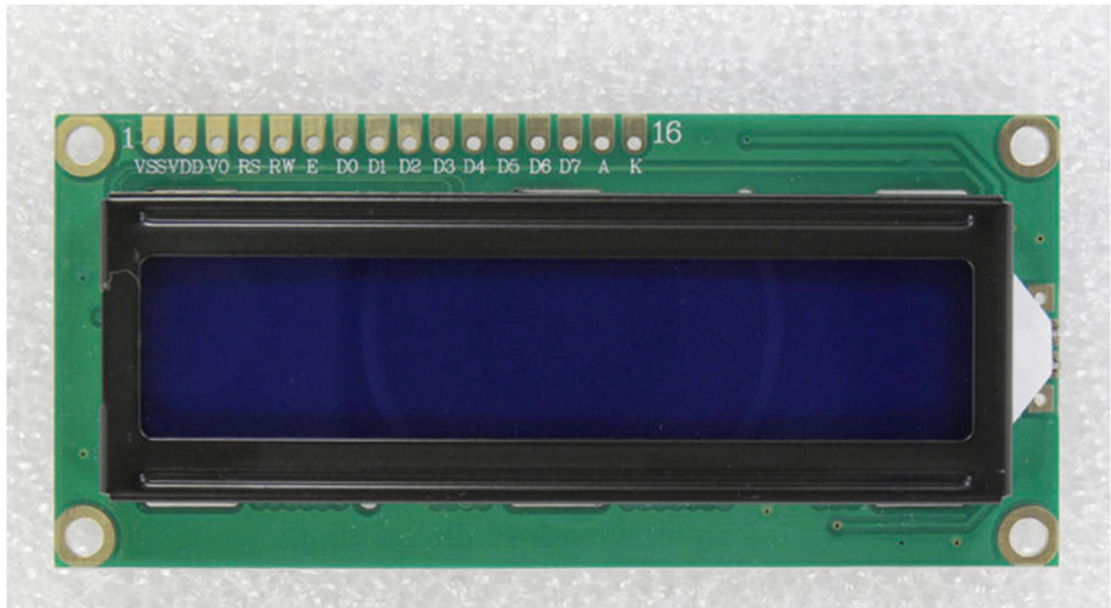
Fonte: Athos Electronics (s.d.)

2.3.5.6 *Display* LCD com módulo I2C

Os *displays* LCD são muito úteis para quem pretende usar um microcontrolador para desenvolver uma aplicação. LCD significa em inglês – *Liquid Crystal Display* – ou mostrador de cristal líquido. Uma grande vantagem dos LCDs é que não precisam de muita energia para funcionar. Para o uso de microcontrolador como o Arduino, os *displays* LCD mais comuns são o 16×2 (16 caracteres x 2 linhas) ou 20×4 (20 caracteres x 4 linhas) (Blog Eletrogate, 2021)

A Figura 15 exemplifica o enunciado.

Figura 15: *Display LCD*



Fonte: Blog Eletrogate (s.d.)

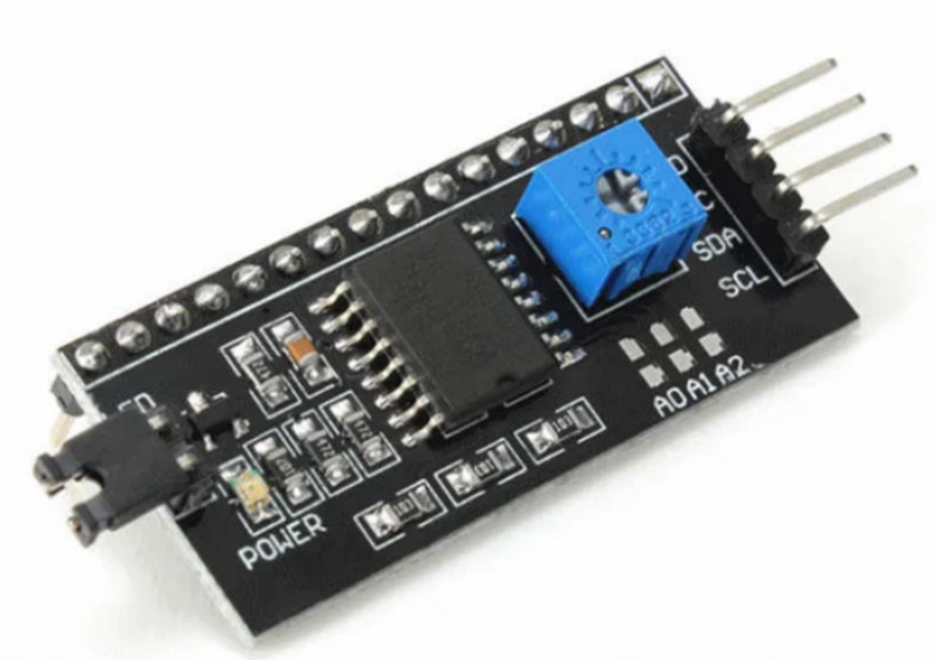
O mostrador é formado por duas placas acrílicas transparentes. Entre as placas está o cristal líquido. Esse, por sua vez, tem o comportamento alterado conforme a tensão aplicada. O *display* é formado por diversos pontos que são controlados por uma matriz de conexões (Blog Eletrogate, S.D.)

No *display*, são necessárias 16 conexões para seu correto funcionamento. Esse é um detalhe que pode atrapalhar a montagem dos circuitos devido à alta demanda de espaço para as conexões. Um modo de exemplificar essas conexões é com a utilização do módulo I2C junto ao *display*.

O módulo LCD I2C é ideal para ser utilizado em projetos envolvendo LCDs, podendo estar presente em projetos com Arduino ou outros microcontroladores que tenham suporte ao protocolo que comunicarão entre si com apenas duas linhas de dados. O protocolo I2C foi desenvolvido pela Philips (atual NXP) visando conectar diversos periféricos utilizando apenas as duas linhas de dados, citados acima, (SDA e SCL) *Serial Data* e *Serial Clock* (Robocore, 2020)

A Figura 16 demonstra o componente citado acima.

Figura 16: Módulo I2C



Fonte: Baú da Eletrônica (s.d.)

2.3.5.7 Bomba

Máquina ou dispositivo para elevar o nível de um líquido ou fazê-lo fluir em determinada direção, ou para comprimir gases ou torná-los rarefeitos (Oxford Languages, S.D.)

A Figura 17 é um exemplo de eletrobomba, dispositivo que é acionado a partir de um comando.

Figura 17: Eletrobomba



Fonte: Auto Parts (s.d.)

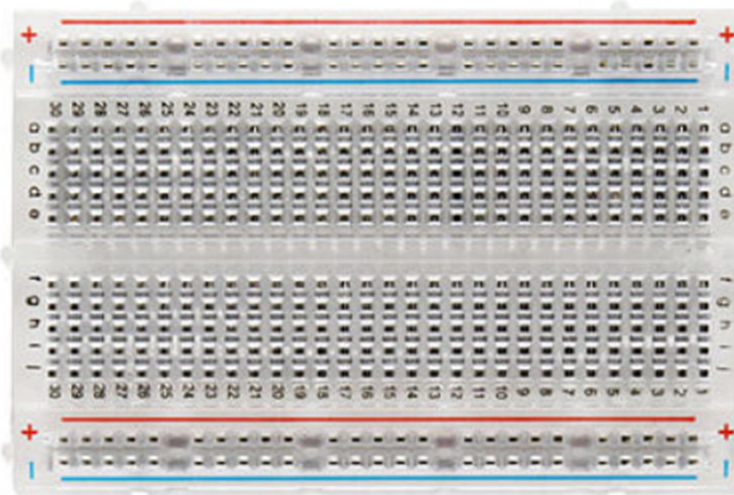
2.3.5.8 *Protoboard e Conectores*

Também conhecida como matriz de contatos ou placa de prototipagem, a protoboard é uma placa que possui furos e conexões internas para montagem de circuitos, utilizada para testes com componentes eletrônicos. Sua maior vantagem de uso é que ele dispensa a necessidade de solda para conectar tais circuitos (BLOG MULT, 2020)

Em outras palavras, a protoboard é uma placa de ensaio que serve como um protótipo de um aparelho eletrônico, com uma matriz de contatos que possibilita construir circuitos de teste sem que haja necessidade de solda e, assim, garantindo segurança e agilidade em diferentes atividades (BLOG MULT, 2020)

A Figura 18 demonstra um exemplo do citado.

Figura 18: *Protoboard*



Fonte: Mult Comercial (2020)

A *protoboard* funciona com as linhas horizontais sendo para a alimentação do circuito (V_{cc} e GND) e com as linhas verticais para o desenvolvimento de ligações dos circuitos. E, para realizar essas ligações entre os componentes são, normalmente, utilizados conectores.

Os conectores são cabos ou fios elétricos com pontas devidamente preparadas para fazer as conexões elétricas entre os componentes de um circuito possibilitando a condução eletricidade ao longo do mesmo (Vida de Silício, S.D.)

A Figura 19 exemplifica esse modelo.

Figura 19: Conectores



Fonte: Vida de Silício (s.d.)

Os circuitos desenvolvidos no decorrer deste trabalho são interligados a partir de vários destes modelos de conectores em um placa de ensaio.

2.3.6 Microcontrolador

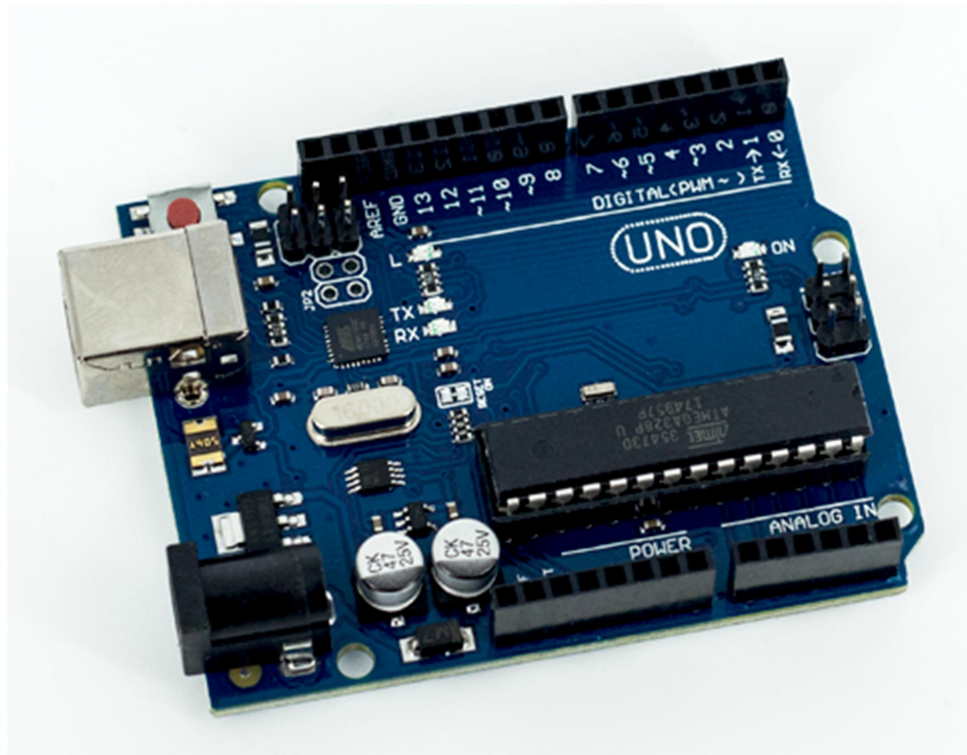
Um microcontrolador é um computador em um único chip. Esse chip contém um processador (Unidade Lógica e Aritmética – ULA), memória, periféricos de entrada e de saída, temporizadores, dispositivos de comunicação serial, dentre outros (PENIDO, ÉDILUS; TRINDADE, RONALDO, 2013)

Os microcontroladores surgiram como uma evolução natural dos circuitos digitais devido ao aumento da complexidade dos mesmos. Chega um ponto em que é mais simples, mais barato e mais compacto, substituir a lógica das portas digitais por um conjunto de processador e software (PENIDO, ÉDILUS; TRINDADE, RONALDO, 2013)

2.3.6.1 Arduino UNO

A Figura 20 demonstra o Arduino UNO, um modelo de placa microcontroladora e que foi utilizado neste projeto.

Figura 20: Arduino UNO



Fonte: Filipeflop (2014)

As placas funcionam a partir da programação realizada no próprio ambiente de programação, ou mais conhecido como IDE (*Integrated Development Environment*, em inglês), do Arduino. Após a finalização da programação é só conectar a placa via USB e realizar a transferência (FILIPEFLOP, 2014)

3 METODOLOGIA

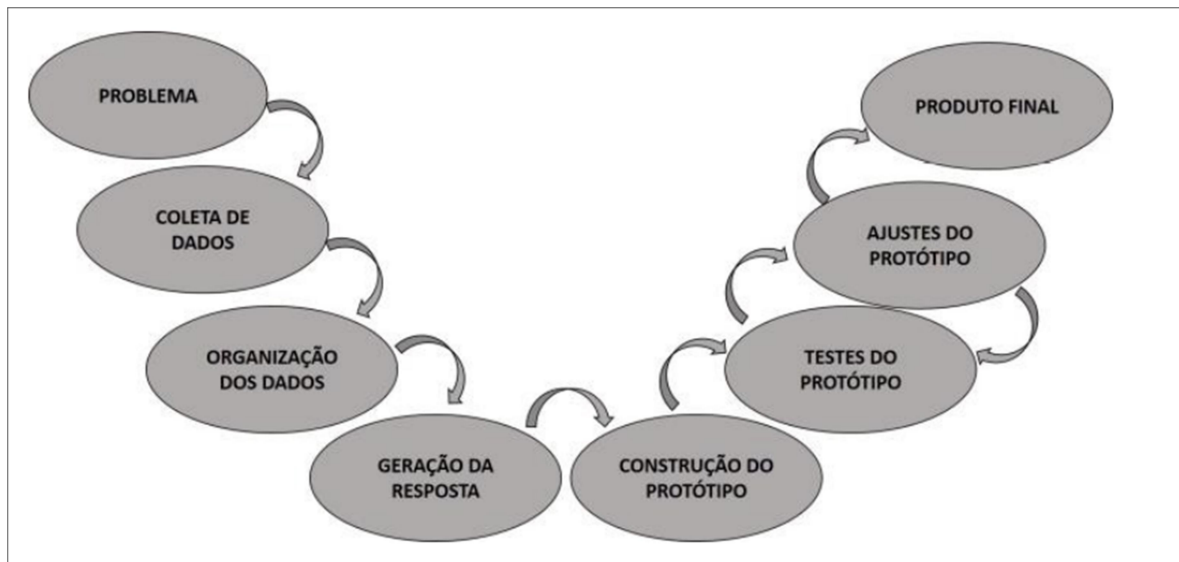
Metodologia é o estudo dos métodos, parte da lógica aplicada, procedimentos utilizados para a realização de uma pesquisa (MICHAELIS, 2021)

3.1 MÉTODO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO

O método científico-tecnológico (MC-T) é uma sequência de etapas que levam à materialização de qualquer tecnologia. Por sua vez, a tecnologia é todo artefato físico que contém conhecimentos e que é empregado para a resolução de problemas (SILVA, DANIEL NASCIMENTO, 2020)

O funcionamento do MC-T é de fácil entendimento, inicialmente realiza-se a coleta de dados referente ao problema. A partir dessa etapa, organizam-se os dados em busca da resposta ao problema. Assim, inicia-se a fase material, com construção de protótipo, testes e ajustes. A Figura 21 representa em forma de diagrama o desenvolvimento desse método.

Figura 21: Diagrama do MC-T



Fonte: Silva, Daniel Nascimento (2020)

Quanto mais confiáveis e válidos forem os produtos entregues a cada etapa, maior a probabilidade do resultado final estar em perfeita conformidade com o esperado pelo público-alvo (SILVA, DANIEL NASCIMENTO, 2020)

A pesquisa tomou forma frente a um desafio iniciado logo após o início da pandemia, no ano de 2020. Nesse desafio era necessário elaborar um produto para resolver ou amenizar algumas ações que foram modificadas devido ao contágio do vírus.

Com uma pesquisa-ação em campo buscando ideias sobre o projeto e recebendo o *feedback* positivo sobre, foi se construindo a ideia inicial.

Após a organização dos dados coletados, iniciou-se o desenvolvimento do protótipo. Entre diversas conversas e estudos, alcançou-se um modelo simples, eficiente e econômico, que atenderia todos os pré-requisitos estipulados.

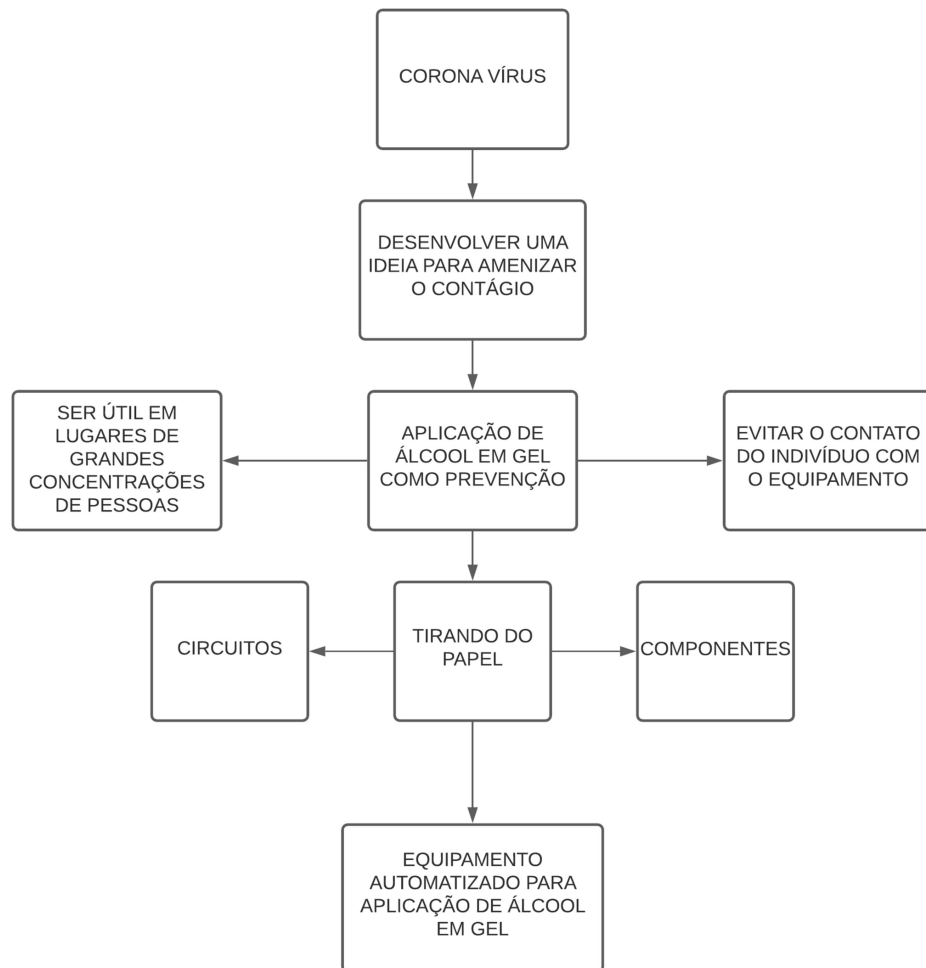
O equipamento funciona a partir da aproximação das mãos frente ao sensor, que irá acionar a aplicação após alguns segundos, e manterá por determinado tempo. Isso para que a aplicação seja eficaz e não gere desperdício do produto.

Além disso, há um sensor de temperatura, que identifica a temperatura do ambiente, assim como, com a aproximação, a temperatura corporal ou de qualquer outro objeto posto frente a ele.

3.2 DO PROBLEMA À SOLUÇÃO

A Figura 22 demonstra um fluxograma desenvolvido exemplificando as ideias seguidas durante o desenvolvimento.

Figura 22: Fluxograma



Fonte: Do Autor (2021)

O desafio inicial foi imposto em uma matéria disciplinar de Gestão Empreendedora: “Idealizar uma forma de amenizar o contágio da coronavírus ou um processo facilitador frente às dificuldades encontradas”.

Surgiu a ideia de desenvolver um equipamento automático que fizesse a liberação do álcool em gel sem haver o contato do indivíduo. Além disso, pensou-se também, em indivíduos que possuem dificuldades nos membros superiores, as quais tornam difíceis a aplicação em equipamentos convencionais.

Assim, iniciou-se a pesquisa referente a componentes e outros materiais que seriam utilizados no projeto.

Agora, continuando o projeto, foram realizadas substituições em componentes e acrescentado ideias importantes, como o sensor de temperatura, agregando grande valor à ideia inicial.

Foi utilizado alguns *softwares* para o desenvolvimento do protótipo. A modelagem do equipamento foi realizada com o uso do *SolidWorks* (2018) e os circuitos foram desenvolvidos a partir do *Proteus* 8.

4 APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a apresentação teórica do projeto e a demonstração de cada componente eletrônico utilizado no mesmo, a seguir é apresentado a implementação do mesmo.

4.1 FUNCIONAMENTO DO EQUIPAMENTO

O protótipo funciona com a aproximação do indivíduo frente ao sensor ultrassônico, o qual identifica essa presença a partir de uma faixa de 10 cm, devida a programação realizada no Arduino.

Com o pulso liberado pelo sensor, ocorre a ativação da bomba, considerada uma saída no projeto. Essa ativação tem um tempo de 5 segundos, garantindo uma quantidade suficiente de líquido dispersado. O recipiente utilizado contém capacidade de 1,5 litros.

Por outro lado, o sensor de temperatura a cada 5 segundos realiza uma leitura da temperatura ambiente, assim como, da temperatura do indivíduo que se aproxima a ele. O tempo de leitura foi definido para facilitar a visualização no *display* e garantindo uma variação permissível.

As definições dos tempos foram alcançadas a partir de testes práticos para serem tempos precisos para a realização das funções do equipamento.

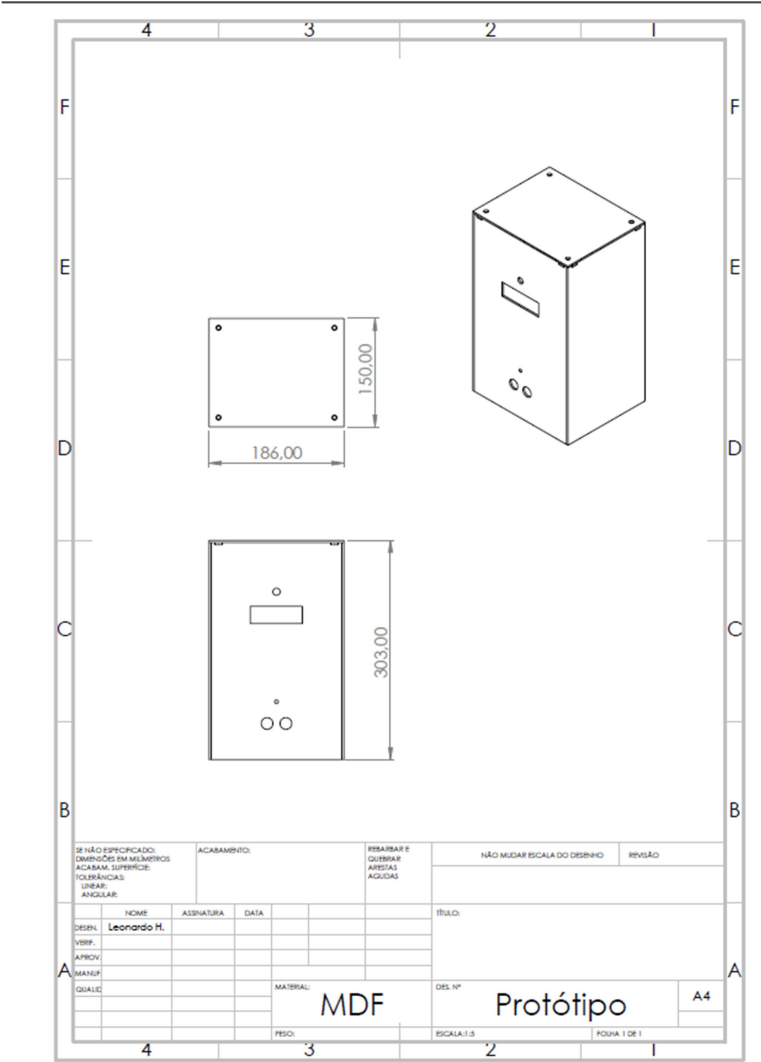
4.1.1 Modelagem do equipamento

A modelagem do equipamento foi desenvolvida no *software Solidworks*, visto que o *software* foi utilizado na disciplina curricular de Desenho Computacional.

O desenho computacional garante um serviço de melhor qualidade e apresenta erros reduzidos no resultado final. Isso ocorre pelo fato de que o desenho técnico avalia a eficiência e as funcionalidades de uma máquina. Para que, antes da construção, seja discutida e apresentada a melhor forma de operá-la (ELO, 2017)

A Figura 23 é a representação da modelagem do equipamento sem a presença dos componentes eletrônicos.

Figura 23: Representação do Equipamento



Fonte: Do Autor (2021)

O equipamento foi idealizado para ser alocado em um espaço horizontal com uma altura média de 1 metro a 1,50 metros. Possibilitando a aplicação do líquido de forma ergonômica e realizando a leitura de temperatura através do pulso. Uma disposição mais alta possibilita a leitura de temperatura através da testa, porém a dispersão do líquido ficará um pouco elevada. Uma variável que é difícil de ser controlada é a altura do indivíduo que utilizará.

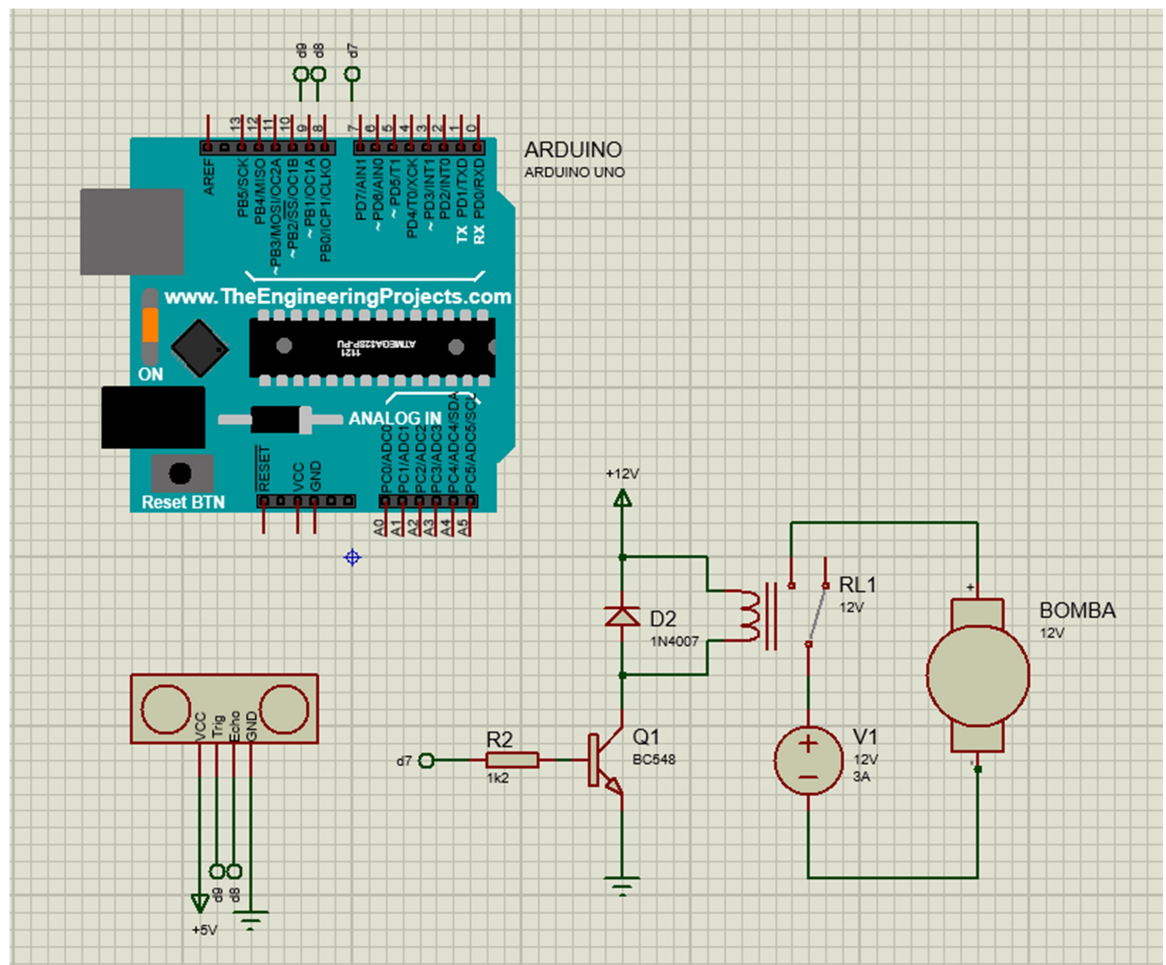
4.1.2 Projeto Elétrico

O projeto elétrico foi desenvolvido no *software* Proteus. O *software* fez parte na formação acadêmica, sendo utilizado em diversas disciplinas.

O simulador PROTEUS é uma ferramenta útil para estudantes e profissionais que desejam acelerar e melhorar suas habilidades para o desenvolvimento de aplicações analógicas. Ele permite o desenho de circuitos empregando um entorno gráfico no qual é possível colocar os símbolos representativos dos componentes e realizar a simulação de seu funcionamento sem o risco de ocasionar danos aos circuitos. Assim a simulação pode incluir instrumentos de medição e as inclusões gráficas que representam os sinais obtidos na simulação (Bermúdez, 2005). Possui uma interface de fácil acesso e compreensão, substituindo com muitas vantagens as experiências em laboratórios convencionais, uma vez que, não existe o risco de danificar equipamentos destinados aos ensaios e medidas de circuitos ou componentes (SANTOS, KLEITON OLIVEIRA, 2014)

A Figura 24 e a Figura 25, representam a elaboração do circuito para a liberação do álcool em gel e para a leitura de temperatura, respectivamente.

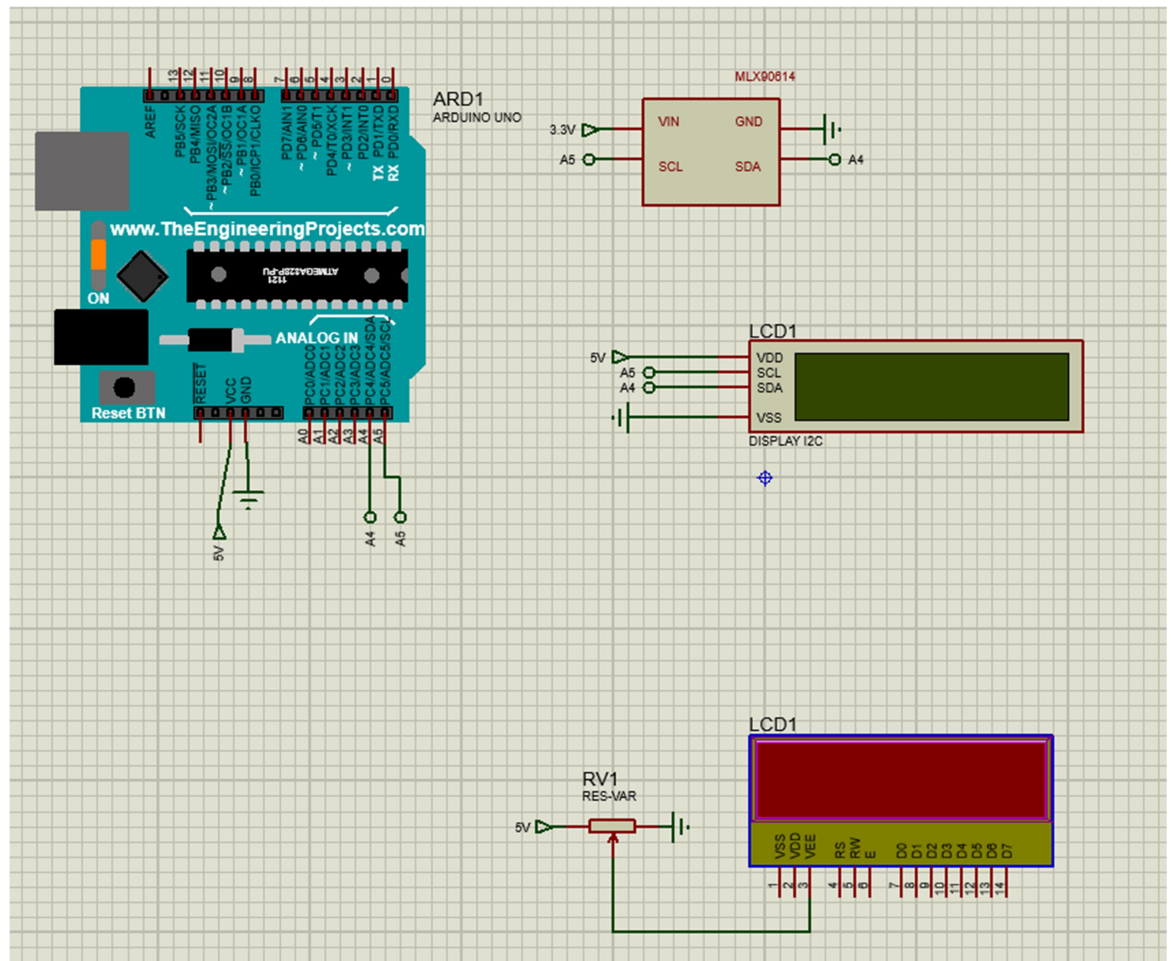
Figura 24: Circuito de liberação do álcool em gel



Fonte: Do Autor (2021)

O circuito de liberação do álcool em gel possui duas fontes de alimentação. Uma de 5 V para a alimentação do Arduino e componentes como o sensor ultrassônico e, outra de 12 V, para a alimentação da bomba, assim como, do relé.

Figura 25: Circuito de leitura da temperatura



Fonte: Do Autor (2021)

O circuito acima representa a leitura da temperatura. Ele tem uma alimentação de 5 V para o Arduino, assim como, para o *display* e, a partir do Arduino sai a alimentação de 3.3 V para o sensor de temperatura MLX90614. O *display* possui o módulo I2C, facilitando as conexões, porém há a representação de um *display* sem o módulo porque foi feita a inserção do potenciômetro para controlar o brilho da tela.

4.1.3 Lógica de Programação

A programação do projeto foi realizada na IDE do Arduino. Com a utilização das bibliotecas do LCD com o I2C e do sensor MLX90614, é elaborada a programação.

Define-se os endereços do *display* e as variáveis a serem utilizadas, tendo uma para a temperatura ambiente e uma para a temperatura do objeto detectado.

No *void setup* é inicializado o *display* e o sensor. No *void loop* as variáveis recebem os valores lidos pelo sensor, com o uso da biblioteca e, transcrevem essas informações ao *display*.

Ademais, a programação da aplicação do líquido é construída inicialmente com a definição dos pinos *echo* e *trigger* do sensor ultrassônico e a bomba no Arduino. São criadas variáveis para armazenar a distância e o tempo de pulso do *echo*.

No *void setup* pino *echo* é definido como entrada e o pino *trigger* como saída, assim como a bomba. E são inicializados em nível baixo.

No *void loop* é inicializado o sensor ultrassônico e alimentado em nível alto o *echo*, esse tem seu tempo medido, é armazenado e transformado através da Equação 1, página 27, em centímetros.

É realizada a lógica de programação “se”, detectando que, caso o objeto se encontre a menos de 10 cm do sensor, é permitido o acionamento da bomba liberando o álcool em gel. Esse acionamento possui um tempo de 4 segundos e é encerrado.

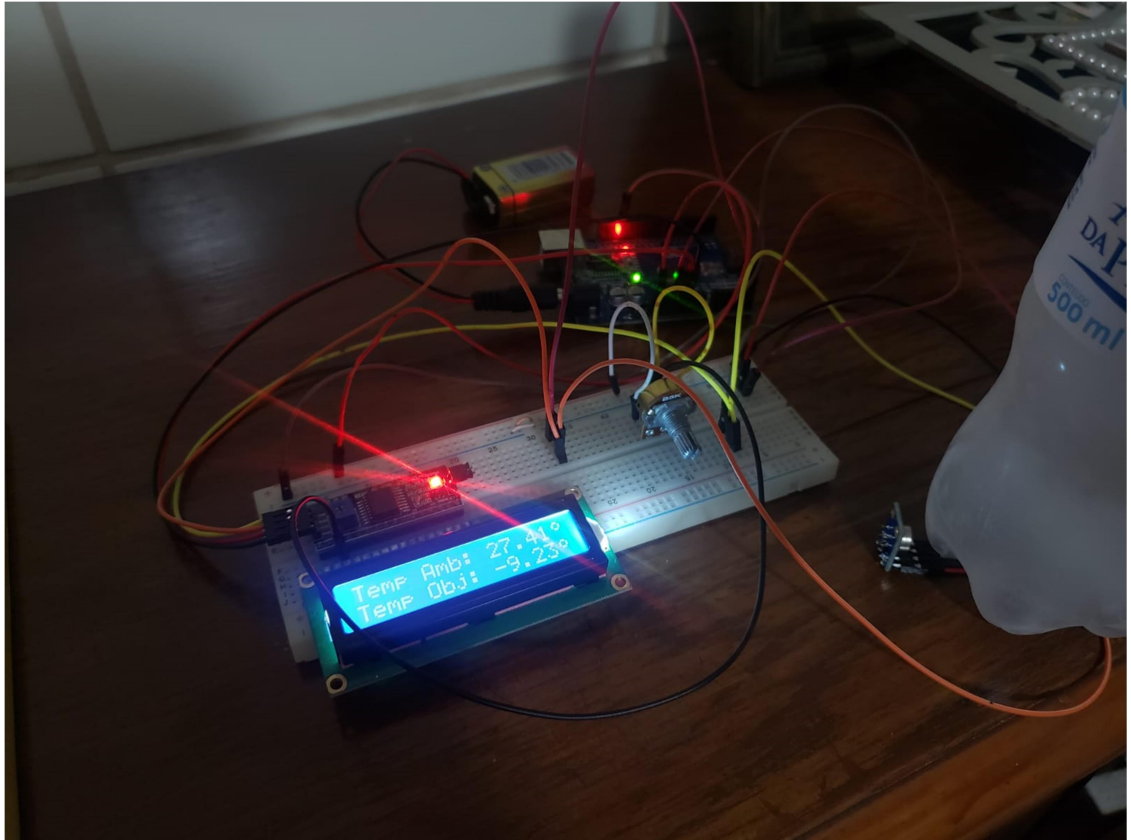
Após 3 segundos é realizada uma nova leitura pelo sensor ultrassônico verificando a presença ou não de algum corpo material na sua frente.

4.1.4 Montagem dos circuitos

Os circuitos foram montados e testados em *protoboards*. As variáveis de tempos de acionamento, de leituras, tanto do sensor ultrassônico, quanto do sensor de temperatura, foram sendo ajustadas conforme a percepção na prática. Verificou se esses tempos condizem com a necessidade real para a visualização no *display* ou para a quantidade de álcool liberado, por exemplo.

As Figuras 26 e 27, respectivamente, representam a montagem do circuito de leitura da temperatura e do circuito da liberação do álcool.

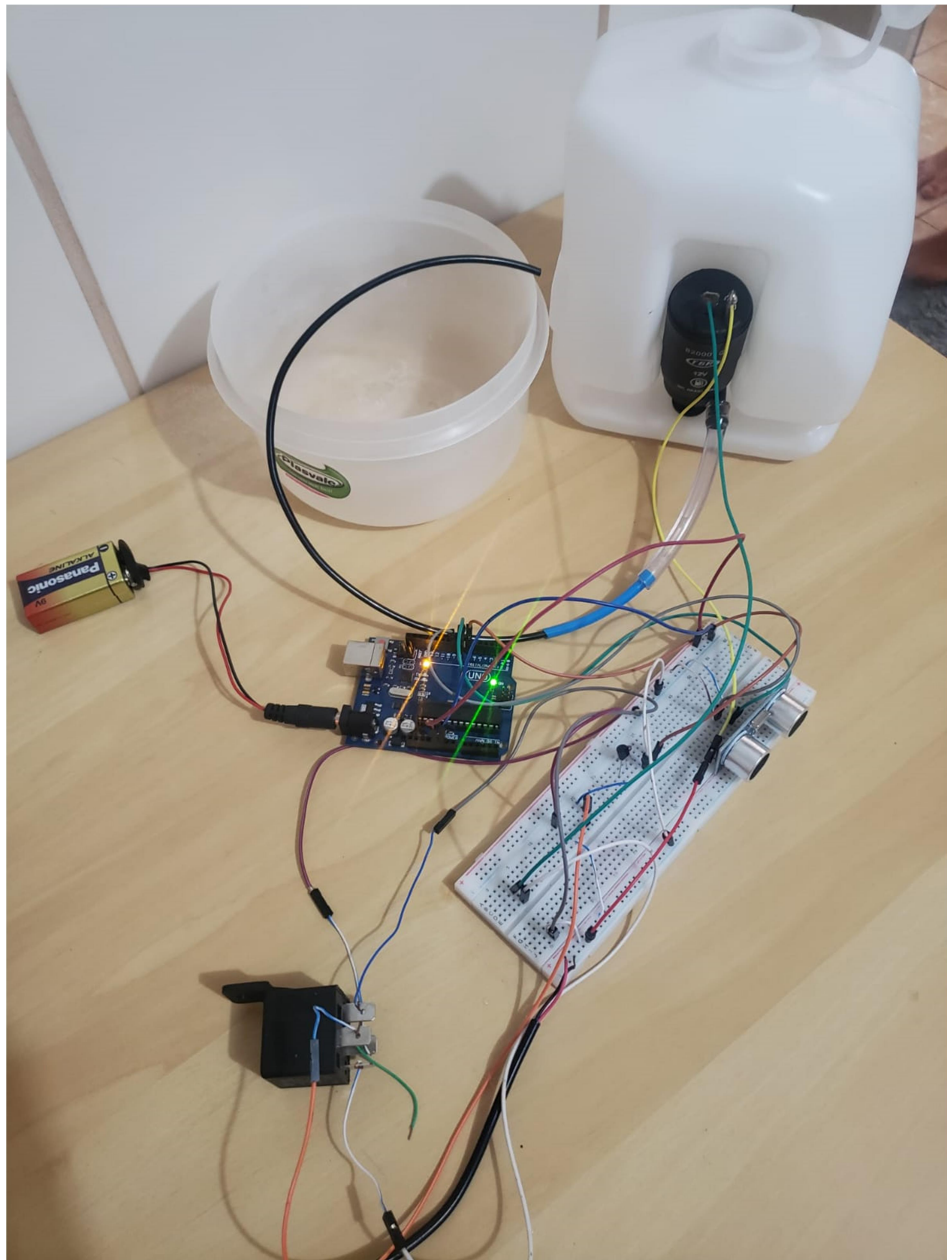
Figura 26: Montagem circuito de temperatura



Fonte: Do Autor (2021)

Conforme a ideia inicial do trabalho, o sensor indica no *display* a temperatura que encontra-se no ambiente, assim como, a temperatura do objeto que está sendo identificado. Nesse caso, foi utilizado um litro de água congelada, tendo uma variação enorme entre as temperaturas. A imagem ficou mais escura devido ao contraste com a luz do *display*.

Figura 27: Montagem circuito da liberação do álcool em gel



Fonte: Do Autor (2021)

Nesse exemplo, o sensor não identifica nenhum objeto à sua frente. Com a identificação do objeto ele faz o acionamento da bomba, liberando o líquido, conforme é possível a visualização na Figura 28.

Figura 28: Liberação do líquido



Fonte: Do Autor (2021)

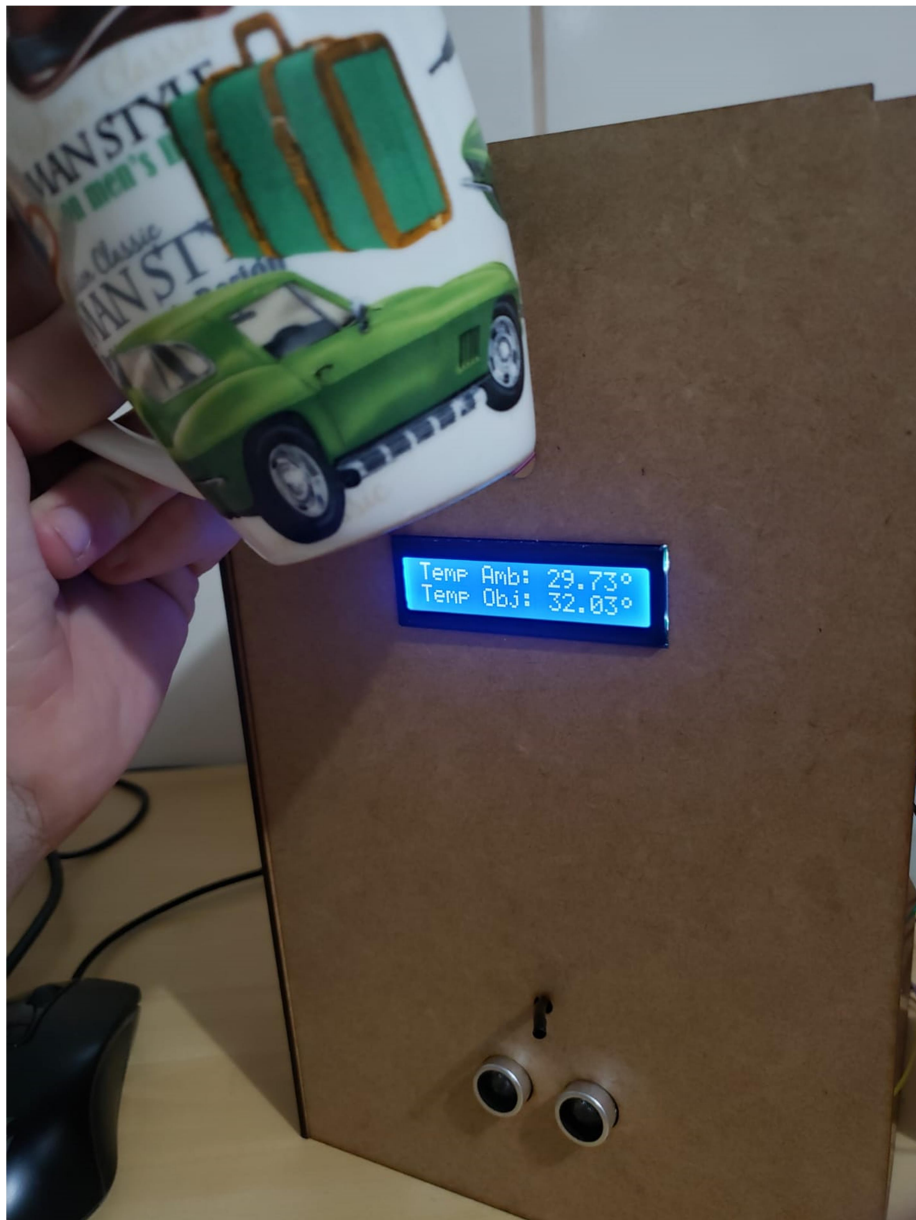
No momento em que o sensor ultrassônico identifica o objeto presente na faixa de 10 cm, ele libera a aplicação do álcool em gel.

4.1.5 Montagem do protótipo

Conforme foi desenvolvido o desenho computacional da estrutura do equipamento e, com algumas melhorias aplicadas para uma montagem eficaz, desenvolveu-se a montagem do equipamento.

As Figuras 29 e 30, exemplificam o equipamento em funcionamento.

Figura 29: Funcionamento da leitura de temperatura



Fonte: Do Autor (2021)

Figura 30: Funcionamento da aplicação do álcool em gel



Fonte: Do Autor (2021)

A estrutura foi cortada em uma máquina a laser em material MDF. Sua montagem foi realizada com a utilização de cola quente, para fixar as laterais e, para o posicionamento da tampa, foram realizados alguns *slots*. Assim, a tampa é encaixada e parafusada. Facilitando a remoção para qualquer manutenção ou reabastecimento do líquido.

Algumas melhorias foram realizadas na estrutura para que houvesse uma montagem, como um bom posicionamento do reservatório e dos componentes, além de todo o cabeamento.

O funcionamento, conforme desenvolvido na montagem dos circuitos, permaneceu de maneira correta, com algumas adições de cabeamentos para alcançar os posicionamentos corretos.

CONCLUSÃO

A pandemia nos trouxe à tona como ações simples e rotineiras do nosso dia-a-dia podem sofrer alterações de uma hora para outra. O contato entre pessoas e em objetos nunca antes visto como um “problema”, nesses tempos tornou-se inacessível.

Assim, é possível perceber como, de certa forma, a automação está presente em todos os setores da sociedade e como a implementação de projetos ou a elaboração de melhorias podem contornar situações horríveis.

Além disso, é um modelo de equipamento que pode ser utilizado por pessoas com sérias dificuldades nos membros superiores, pois não necessitam da ação de apertar para a liberação do produto, basta apenas a aproximação.

Outro fator de diferenciação do projeto é a implementação da leitura de temperatura. Em regiões iguais às nossas, menores, é evidente a falta de equipamentos como esse, o que torna a implementação ainda mais possível, em regiões de maiores, próximas a grandes capitais, a presença é maior.

Os objetivos em sua maioria foram atingidos com sucesso visto que, o protótipo atingiu os objetivos específicos referente a aplicação do líquido assim como seu funcionamento de leitura das temperaturas.

Uma ideia de complementação do projeto é torná-lo em um equipamento de produção em larga escala. Desenvolvendo os circuitos em placas e tornando a estrutura competitiva aos modelos de mercado. É um projeto acessível economicamente, por isso, torna-se viável a implementação e instalação.

REFERÊNCIAS

Athos Electronics. **Componentes Eletrônicos.** Disponível em: <https://athoselectronics.com/componentes-eletronicos-guia/>. Acesso em: outubro de 2021.

Autoparts. **Bomba reservatório de água.** Disponível em: <https://www.autopartsonline.com.br/bomba-agua-parabrisa-vw-universal>. Acesso em: agosto de 2021.

Baú da Eletrônica. **Diodo 1N4007.** Disponível em: <https://www.baudaeletronica.com.br/diodo-1n4007.html>. Acesso em: outubro de 2021.

Baú da Eletrônica. **Módulo adaptador I2C para display LCD.** Disponível em: https://www.baudaeletronica.com.br/modulo-adaptador-i2c-para-display-lcd.html?gclid=Cj0KCQiA-K2MBhC-ARIsAMtLKRulwgkfWCx53rHx0_c48TaVB_XxAXr3bgl9dVjCOBboyqvu9ytfJwaAgr_EALw_wcB. Acesso em: outubro de 2021.

Baú da Eletrônica. **Transistor NPN BC548.** Disponível em: <https://www.baudaeletronica.com.br/transistor-npn-bc548.html>. Acesso em: outubro de 2021.

BBC News. **PFF2: os voluntários que ajudam brasileiros a encontrar máscaras mais eficazes contra a covid-19.** Disponível em: <https://www.bbc.com/portuguese/brasil-56780405>. Acesso em: agosto de 2021.

Biologia Net. **Distanciamento Social.** Disponível em: <https://www.biologianet.com/curiosidades-biologia/distanciamento-social.htm>. Acesso em: agosto de 2021.

Blog Eletrogate. **Guia completo do display LCD - Arduino.** Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/guia-completo-do-display-lcd-arduino/>. Acesso em: outubro de 2021.

Blog Eletrogate. **Relé DC - 12 V.** Disponível em: <https://www.eletrogate.com/rele-dc-12v-10a>. Acesso em: outubro de 2021.

Blog Eletrogate. **Sensor ultrassônico HC-SR04 com Arduino.** Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/sensor-ultrassonico-hc-sr04-com-arduino/>. Acesso em: outubro de 2021.

Blog Mult. **Saiba o que é uma protoboard e qual sua utilidade.** Disponível em: <https://blog.multcomercial.com.br/saiba-o-que-e-protoboard-e-qual-sua-utilidade/>. Acesso em: outubro de 2021.

ELO JR. **Desenho técnico mecânico.** Disponível em: <https://elojr.com.br/sistemas-mecanicos/desenho-tecnico-mecanico/>. Acesso em: novembro de 2021.

FBS Eletrônica. **Componentes Eletrônicos.** Disponível em: <https://fbseletronica.wordpress.com/2014/04/29/componentes-eletronicos-conceitos-basicos/>. Acesso em: outubro de 2021.

Filipeflop. **O que é Arduino?** Disponível em: <https://www.filipeflop.com/blog/o-que-e-arduino/>. Acesso em: outubro de 2021.

FUENTES, RODRIGO C. ME. **Apostila de Automação Industrial.** 2005. Disponível em: http://w3.ufsm.br/fuentes/index_arquivos/CA03.pdf. Acesso em: outubro de 2021.

G1. **Como se prevenir do Coronavírus?** Disponível em: <https://g1.globo.com/bemestar/coronavirus/noticia/2020/02/27/como-se-prevenir-do-coronavirus.ghtml>. Acesso em: agosto de 2021.

HOFFMANN, HENRIQUE. **Controle de acesso automático por medição de temperatura corporal.** Palhoça. 2021. Disponível em: https://repositorio.animaeducacao.com.br/bitstream/ANIMA/14455/1/Henrique_Hoffmann_Controle%20de%20Acesso%20Autom%c3%a1tico.pdf. Acesso em: outubro de 2021.

Magazine Luiza. **Dispenser Automático Sabonete Líquido Linha Compacta Luxo - Auto Foaming Soap Dispenser.** Disponível em: <https://www.magazineluiza.com.br/dispenser-automatico-sabonete-liquido-linha-compacta-luxo-auto-foaming-soap-dispenser/p/cab0fhfdd3/pi/disa/>. Acesso em: agosto de 2021.

MELEXIS. **Digital plug & play infrared thermometer in a TO-can.** 2019. Disponível em: <https://www.melexis.com/en/product/mlx90614/digital-plug-play-infrared-thermometer-to-can>. Acesso em: outubro de 2021.

Mundo da Elétrica. **O que é um relé? Como funciona um relé?** Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-rele-como-funciona-um-rele/>. Acesso em: outubro de 2021.

Mundo da Elétrica. **O que é e para que serve um transistor?** Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-e-para-que-serve-um-transistor/>. Acesso em: outubro de 2021.

Mundo da Elétrica. **O que é um diodo?** Disponível em: <https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-um-diodo/>. Acesso em: outubro de 2021.

NAKATANI, ALESSANDRO M.; GUIMARÃES, ANDERSON V.; NETO, VICENTE M.. **Medição com sensor ultrassônico HC-SR04.** 3º CIMMEC. 2014. Disponível em: http://www.energiapura.net.br/Trabalhos%20Publicados/2014/sensor_ultrassom_arduino_cimtec_2014.pdf. Acesso em: outubro de 2021.

Our World in Data. **Coronavirus (COVID-19) Vaccinations.** Disponível em: https://ourworldindata.org/covid-vaccinations?country=OWID_WRL. Acesso em: agosto de 2021.

PENIDO, ÉDILUS C. C.; TRINDADE, RONALDO S. **Microcontroladores**. 2013. Disponível em: https://www.ufsm.br/app/uploads/sites/413/2018/12/05_microcontroladores.pdf. Acesso em: outubro de 2021.

Prefeitura de Ipê. **A IMPORTÂNCIA DA VACINA NO COMBATE À COVID-19**. Disponível em: <https://www.pmipt.rs.gov.br/noticias/a-importancia-da-vacina-no-combate-a-covid-19>. Acesso em: agosto de 2021.

Robocore. **Módulo I2C - Primeiros passos**. Disponível em: <https://www.robocore.net/tutoriais/primeiros-passos-com-modulo-i2c>. Acesso em: outubro de 2021.

Santos, Kleiton Oliveira. **O software PROTEUS e sua viabilidade no processo de ensino em circuitos elétricos**. 2014. Monografia (Licenciatura em Física) - Universidade Estadual da Paraíba, 2014. Disponível em: <http://dspace.bc.uepb.edu.br/jspui/bitstream/123456789/8292/1/PDF%20-%20Kleiton%20Oliveira%20Santos.pdf>. Acesso em: novembro de 2021.

Secretaria do Estado de Minas Gerais. **Saiba como se prevenir do Coronavírus!** Disponível em: <https://coronavirus.saude.mg.gov.br/blog/71-como-se-prevenir-do-coronavirus>. Acesso em: agosto de 2021.

SILVA, DANIEL NASCIMENTO E. **MANUAL DO MÉTODO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO**. 1ª Edição. Santa Catarina. 2020.

TARGETTRUST. **A melhor forma de aprender lógica de programação**. Disponível em: <https://targettrust.com.br/sem-categoria/aprender-logica-de-programacao/>. Acesso em: novembro de 2021.