

**UNIVERSIDADE METODISTA DE SÃO PAULO**  
**DIRETORIA DE GRADUAÇÃO**  
**Engenharia Eletrônica**

**Diego Rodrigues Silva**  
**Jefferson dos Santos Silveira**  
**Lucas dos Santos Scatolin**  
**Mateus Oliveira Freitas**  
**Raíssa da Silva Crispim de Farias**  
**Raul Ribeiro Lopes**

**CAREGIVERS SYSTEM**

**São Bernardo do Campo**  
**2021**

**Diego Rodrigues Silva  
Jefferson dos Santos Silveira  
Lucas dos Santos Scatolin  
Mateus Oliveira Freitas  
Raíssa da Silva Crispim de Farias  
Raul Ribeiro Lopes**

## **CAREGIVERS SYSTEM**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Engenharia Eletrônica da Universidade Metodista de São Paulo, como requisito para conclusão de curso.

Orientação: Prof. Mario Francisco Guerra Boaratti

**São Bernardo do Campo  
2021**

C18 Caregivers system / Diego Rodrigues *et al.* 2021.  
112 p.

Monografia (Graduação em Engenharia Eletrônica) --  
Diretoria de Graduação da Universidade Metodista de São  
Paulo, São Bernardo do Campo, 2021.

Orientação de: Mario Francisco Guerra Boaratti.

1. Acessibilidade 2. Saúde 3. Inovação 4. Qualidade I.  
Rodrigues, Diego

**CDD 621.381**

A Monografia intitulada: "CAREGIVERS SYSTEM", elaborada por DIEGO RODRIGUES et al., foi apresentada em 28 de novembro de 2021, perante banca examinadora composta por Prof. Mario Francisco Guerra Boaratti (Orientador/UMESP), Prof. Daniel Mendes de Carvalho (Examinador/UMESP) e Prof. Regis Reis (Examinador/UMESP).

---

**Profº. Mario Francisco Guerra Boaratti**  
**Orientador**

---

**Profº. Daniel Mendes de Carvalho**  
**Banca examinadora**

---

**Profº. Regis Reis**  
**Banca examinadora**

Dedicamos este trabalho a nossos familiares, amigos  
e aos docentes da Universidade Metodista que nos  
apoiaram no desenvolvimento do projeto  
e na conclusão do nosso curso.

## **AGRADECIMENTOS**

Agradecemos a Deus que nos deu a oportunidade de concluir o curso de Engenharia Eletrônica na instituição de nível superior, uma das mais requisitadas da região do Grande ABC, dando forças para superar as dificuldades encontradas durante o período de formação.

A faculdade “Universidade Metodista de São Paulo”, seu corpo docente, direção e administração que oportunizaram vislumbramos um futuro brilhante.

Ao nosso orientador Mario Francisco Guerra Boaratti pelo suporte que dedicou em transmitir conhecimento desde o começo até o término do curso, por suas correções e incentivos.

Aos nossos pais que nos serviram de exemplo, pelo amor, incentivo e apoio incondicional.

“Há uma força motriz mais poderosa que  
o vapor, a eletricidade e a energia  
atômica: a vontade.” – Albert Einstein

## RESUMO

Visando as necessidades na área da saúde, grandes ideias têm surgido no mercado de trabalho, ideias inovadoras que vem proporcionando soluções a essas necessidades, trazendo consigo, segurança, praticidade e redução de custos, que são metas buscadas atualmente, sendo assim o projeto foi idealizado e desenvolvido pensando em solucionar problemas comuns do dia a dia de pessoas que precisam de auxílio para cuidados com a saúde. O equipamento desenvolvido propõe acabar com os desacertos na ingestão de medicamentos, onde o sistema de forma automática, disponibiliza em um recipiente o medicamento, nas horas corretas, previamente cadastradas pelo responsável, sem o risco da ingestão incorreta. Além da dosagem de medicamentos, o sistema consiste em realizar um monitoramento de testes básicos de triagem, como: aferição da temperatura, frequência cardíaca e saturação. Vale ressaltar que o desenvolvimento do plano foi embasado nas diversas pesquisas efetuadas em livro e artigos, além das orientações dos mestres para que se pudesse executá-lo de forma correta seguindo as normalizações necessárias propostas pela universidade, finalizando com a construção de um protótipo funcional.

Palavras-chave: Acessibilidade; saúde; inovação e qualidade.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Medicamentos .....	16
Figura 2 – Dimensões das cápsulas.....	17
Figura 3 – Microcontrolador TMS 1000.....	18
Figura 4 – Arquitetura Microcontrolador.....	20
Figura 5 – Estrutura da UCP.....	21
Figura 6 – Controle por Malha Fechada .....	23
Figura 7 – WBS.....	25
Figura 8 – Sensor de temperatura Infravermelho IR MLX90614.....	32
Figura 9 – Pinagem Sensor de temperatura Infravermelho IR MLX90614.....	32
Figura 10 – Sensor Oxímetro e de Batimentos Cardíacos MAX30100 .....	34
Figura 11 – Sensor Óptico Reflexivo de Proximidade de Infravermelho E18-D80NK.....	35
Figura 12 – Servo TowerPro MG996R 180° .....	36
Figura 13 – Display LCD HDMI Touch Screen 7 polegadas .....	37
Figura 14 – Arduino UNO REV3.....	38
Figura 15 – Pinagem.....	39
Figura 16 – Pinos Analógicos.....	40
Figura 17 – Raspberry Pi 4 model B.....	42
Figura 18 – Módulo Wifi ESP8266.....	44
Figura 19 – Pinagem ESP8266.....	45
Figura 20 – Adaptador Módulo Wifi ESP8266 .....	47
Figura 21 – Diagrama de caso .....	54
Figura 22 – Diagrama de atividades.....	55
Figura 23 – Tela Inicial.....	56
Figura 24 – Tela de cadastro .....	57
Figura 25 – Tela de login.....	57
Figura 26 – Tela de relatórios.....	58
Figura 27 – Layout Elétrico do Projeto .....	75
Figura 28 – Totem Perspectiva Esboço Inicial X Atual.....	78
Figura 29 – Estrutura do equipamento.....	80
Figura 30 – Visão estrutural dos suportes .....	82
Figura 31 – Visão estrutural do compartimento de reabastecimento de comprimidos .....	83
Figura 32 – Componentes da central de controle .....	84
Figura 33 – Ângulo entre os recipientes de remédios no disco do dispenser .....	88
Figura 34 – Variação de ângulo .....	89
Figura 35 – Aceleração do Dispenser .....	90
Figura 36 – Disco do dispenser.....	93
Figura 37 – Invólucro do disco do dispenser.....	94
Figura 38 – Vista inferior do sensor Infravermelho e funil de escoamento.....	95
Figura 39 – Disco reservatório de medicamentos encaixado ao servo motor MG996r .....	96
Figura 40 – Vista superior do disco reservatório e disco dispenser separados .....	97
Figura 41 – Suportes para fixação dos discos.....	97
Figura 42 – Chapa e suporte já fixados aos discos e Servo Motor .....	98
Figura 43 – Estrutura desmontada .....	99
Figura 44 – Recortes para encaixe dos cases.....	99
Figura 45 – Case após a pintura.....	100

Figura 46 – Case dos sensores de oxigênio e temperatura .....	101
Figura 47 – Pés fixados na base da estrutura externa.....	101
Figura 48 – Vista da estrutura externa finalizada com os cases .....	102
Figura 49 – Fonte chaveada Weidmuller 24V .....	103
Figura 50 – Regulador de tensão 7805.....	103

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Cronograma.....	26
Tabela 2 – Custos.....	28
Tabela 3 – Descrição de pinos utilizados no Arduino UNO.....	41
Tabela 4 – Descrição de pinos utilizados no ESP8266.....	46

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Gráfico de Gantt .....	27
Gráfico 2 – Uso imediato do equipamento .....	30
Gráfico 3 – Satisfação do projeto .....	30

## SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO .....	14
2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	16
2.1 Tamanho Comprimido .....	16
2.2.1 Principais Estruturas de um Microcontrolador .....	19
2.2.2 Processador do Microcontrolador.....	20
2.2.3 Sistema de Controle com Malha Fechada.....	23
3 ESCOPO DO PROJETO .....	24
3.1 Organização do projeto .....	24
3.2 Work Breakdown Structure – WBS/EAP .....	25
3.3 Cronograma de desenvolvimento e implementação.....	26
3.4 Orçamento para o desenvolvimento do projeto .....	28
3.5 Validação do Projeto .....	29
3.5.1 Quantidade de respostas e profissão .....	29
3.5.2 Disposição ao uso do equipamento .....	30
3.5.3 Satisfação.....	30
3.6 Seleção de componentes .....	32
3.6.1 Sensor de temperatura Infravermelho IR MLX90614 .....	32
3.6.2 Sensor Oxímetro e de Batimentos Cardíacos MAX30100.....	34
3.6.3 Sensor Óptico Reflexivo de Proximidade Infravermelho E18-D80NK .....	35
3.6.4 Servo TowerPro MG996R 180° .....	36
3.6.5 Display LCD HDMI Touch Screen 7 polegadas.....	37
3.6.6 Arduino UNO .....	38
3.6.6.1 Descrição de operandos do Arduino .....	39
3.6.6.2 Pinos Analógicos .....	40
3.6.6.3 Pinos Digitais.....	41
3.6.6.4 Descrição de operandos: I/O Arduino UNO.....	41
3.6.7 Raspberry Pi 4 model B.....	42
3.6.8 Módulo Wifi ESP8266.....	44
3.6.8.1 Descrição de operandos.....	45
3.6.8.2 Descrição de operandos: I/O ESP8266.....	46

3.6.9 Adaptador Módulo Wifi ESP8266 .....	47
3.7 Usabilidade e Ergonomia .....	48
3.7.1. Critérios Ergonômicos de Scapin e Bastien .....	49
3.7.2. Ergonomia Física .....	51
3.8 Descrição de funcionamento .....	52
3.8.1 UML Unified Modeling Language .....	53
3.8.1.1 Diagrama de Caso de Uso .....	53
3.8.1.2 Diagrama de atividades.....	54
3.8.1.3 Telas.....	55
3.8.1.4 Programação.....	59
3.9 Layout Elétrico do Projeto .....	75
3.10 Layout Mecânico do Projeto .....	77
3.10.1 Perspectiva Inicial x Atual.....	77
3.10.2 Estrutura.....	79
3.10.2.1 Calculando a massa do objeto .....	85
3.10.2.2 Calculando o volume do disco.....	86
3.10.2.3 Calculando a massa do disco.....	86
3.10.2.4 Calculando a inércia do disco.....	87
3.10.2.5 Torque necessário para mover o dispenser .....	88
3.10.2.6 Relacionando Torque, momento angular e inércia .....	91
3.10.2.7 Disco do dispenser .....	92
3.10.3 Montagem do Sistema.....	95
3.11 Testes e Resultados.....	103
3.11.1 Teste de Funcionamento do Servo MG966R .....	103
3.11.2 Teste Sensores de Temperatura e Oxímetro .....	104
3.11.3 Teste Sensor Temperatura.....	104
3.11.4 Teste Sensor Frequência .....	104
3.12 Futuras Melhorias.....	105
4 CONCLUSÃO .....	106
REFERÊNCIAS.....	107

## 1 INTRODUÇÃO

A expectativa de vida do brasileiro aumentou em 31,1 anos desde 1940 alcançando a média de 76,6 anos em 2019 segundo o IBGE (2020).

Pesquisas da área de tecnologia apontam que o uso de tecnologia principalmente as aplicadas na medicina podem influenciar no aumento da expectativa de vida e devem se tornar a cada dia mais acessíveis. Cada vez mais pesquisas e investimentos surgem para o desenvolvimento de equipamentos e dispositivos que dão suporte e auxiliam o paciente possibilitando um diagnóstico precoce, reduzindo riscos e preservando a vida.

Em meio a pandemia enfrentada no momento, exames, diagnósticos e acompanhamentos básicos efetuados nas Unidades Básicas de Saúde, como aferição de sinais vitais (pressão arterial, frequência cardíaca, temperatura corpórea, glicemia capilar e saturação) vêm sendo negligenciados e adiados justamente pelo medo de se expor ao vírus do Covid, o que pode ser preocupante devido aos problemas acarretados pela alteração desses sinais.

De acordo com Helena ([200-?]) a elevação (taquicardia) ou decaimento (bradicardia) da frequência cardíaca podem estar associados a problemas como febre, hipotermia, anemia, hipertireoidismo, estresse, ansiedade, doenças cardíacas.

Segundo Reis (2021) quando a saturação estiver abaixo de 95% pode acarretar na falta de oxigênio nos tecidos de todo o corpo (hipóxia) ou a falta de oxigênio no sangue (hipoxemia) ocasionando lesões graves nos tecidos.

Além dos equipamentos e dispositivos que estão dando estrutura para o tratamento dos pacientes, os medicamentos são fundamentais para a evolução e manutenção do tratamento, principalmente em idosos que contém doenças crônicas, e a dificuldade encontrada por eles é a sua organização, por conta da quantidade de medicamentos serem elevadas no dia a dia, a questão de horário correto e o uso incorreto do medicamento.

Em nota, o Ministério da Saúde reforçou que o uso de medicamentos de forma incorreta, principalmente de antibióticos, pode agravar a doença, uma vez que a utilização inadequada pode esconder determinados sintomas. (SOARES, 2019, p.1).

Por isso a importância do acompanhamento e tratamento na alteração de algum desses sinais é de suma importância para que se possa evitar problemas maiores e receber diagnósticos precoces.

Sabendo destes fatores abordados, o objetivo do projeto foi desenvolver um totem que realiza a dosagem dos medicamentos conforme a programação imposta pelo operador diante do IHM (Interface Homem Máquina), assim evitando o risco do paciente tomar a medicação no horário incorreto ou realizar a troca de medicamentos. Além disso, foi feito um controle básico de uma triagem com alguns parâmetros específicos, como por exemplo: temperatura, saturação e frequência cardíaca.

Como metodologia do desenvolvimento, foram efetuadas diversas pesquisas em livros e artigos, além das orientações dos mestres, seguindo as normalizações documentais necessárias propostas pela universidade, além da construção de um protótipo funcional.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 Tamanho Comprimido

Para ser efetuado o dimensionamento do recipiente do dispenser, foi necessário realizar estudos específicos para compreender as formas farmacêuticas existentes no mercado, segundo Farmacapsulas (2016) existem 3 tipos de formas farmacêuticas, sendo elas: Sólidas, semi sólidas e líquidas. Neste projeto, foi utilizado a forma sólida, que por sua vez, respondem pelos seguintes itens conforme Biernath (2018):

**Comprimidos:** Se trata da mistura do fármaco, que nada mais é do que o princípio ativo em pó, com as substâncias excipientes, além das substâncias estruturais que efetuam a liga, tal como o amido, e então todas essas substâncias são compactadas até ficarem uniformes.

**Cápsulas:** Revestidas de um material gelatinoso para proteger o conteúdo interno e facilitar a deglutição, em que podem ser sólidas (em pó) ou líquidas.

**Drágeas:** Bem similares aos comprimidos, mas a diferença está numa película externa, que impede a degradação dos seus compostos.

Para uma melhor compreensão do assunto, a figura abaixo ilustra os medicamentos citados anteriormente:

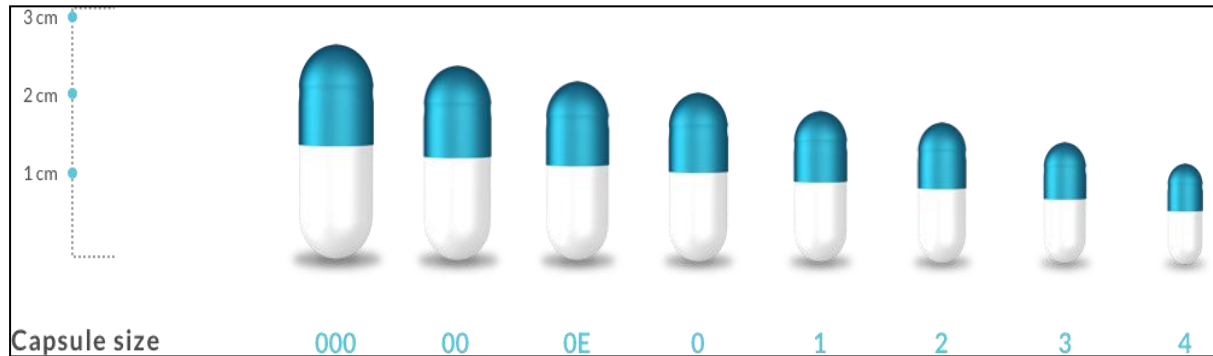
Figura 1 – Medicamentos



Fonte: Biernath (2018).

Segundo Farmacapsulas (2016), no mercado farmacêutico o tamanho das cápsulas é determinado de acordo com a sua capacidade, em uma faixa que vai de 000, sendo o maior até 4, o menor, por isso, este projeto foi idealizado para poder trabalhar com todos os tamanhos existentes no mercado. Abaixo, segue a figura demonstrativa das dimensões das cápsulas.

Figura 2 – Dimensões das cápsulas



Fonte: Farmacapsulas (2016).

## 2.2 O Cérebro Microcontrolado e Suas Características

Em 1971 surgiu o primeiro microcontrolador, patenteado pela Texas instruments o TMS 1000, que por sua vez é um microcontrolador de 4 bits, o mesmo já incorporava memórias RAM e ROM, que auxiliavam em seu desempenho. Os primeiros projetos de microcontroladores eram voltados para realizarem funções matemáticas e por isso muitos deles foram implementados inicialmente em calculadoras.

Esse microcontrolador era utilizado internamente pela empresa nas suas calculadoras, de 1972 a 1974, e foi melhorado ao longo dos anos. Em 1974, ele foi colocado à venda para as indústrias eletrônicas. O TMS 1000 estava disponível em várias configurações de tamanhos de RAM e ROM. Em 1983, cerca de 100 milhões de dispositivos TMS 1000 haviam sido vendidos. (O INCRIVEL MUNDO NERD, 2014, p[1]).

Porém grandes necessidades incentivaram diversos engenheiros a desenvolverem microcontroladores que tivessem uma proximidade maior com o desenvolvedor, ao permitirem uma definição melhor da sua finalidade de aplicação, por exemplo a configuração de suas portas de interface entre outros. Este pensamento revolucionário aqueceu o mercado e grandes modelos de microcontroladores que podem ser utilizados até hoje em meios acadêmicos, são

altamente vistos e seus ensinamentos repassados a cada geração, destacando dois modelos vistos em cursos técnicos pelo autor o 8048 e 8051. Utilizando a arquitetura destes modelos, microcontroladores mais modernos foram criados tornando assim o 8048 e 8051 pioneiros nesta jornada de microcontroladores em projetos embarcados.

Durante os anos 90, se tornaram disponíveis microcontroladores com memórias ROM (EEPROM) eletricamente apagáveis e programáveis, tal como a memória flash. Esses microcontroladores poderiam ser programados, apagados e reprogramados utilizando somente sinais elétricos. Antes desses dispositivos eletricamente reprogramáveis, geralmente era necessário programação especializada e hardwares para tal, sendo que o dispositivo tinha que ser removido do circuito, retardando o desenvolvimento de software e tornando-o mais caro. Ao se remover essa limitação, os microcontroladores puderam ser programados e reprogramados enquanto que em circuito, fazendo com que seus dispositivos pudessem ser atualizados com novos softwares sem a necessidade de serem devolvidos ao fabricante. Muitos microcontroladores atuais, como os da Microchip e da Atmel, incorporam a tecnologia de memória flash. (O INCRIVEL MUNDO NERD, 2014, p[2]).

Figura 3 – Microcontrolador TMS 1000



Fonte: O Incrível Mundo Nerd (2014).

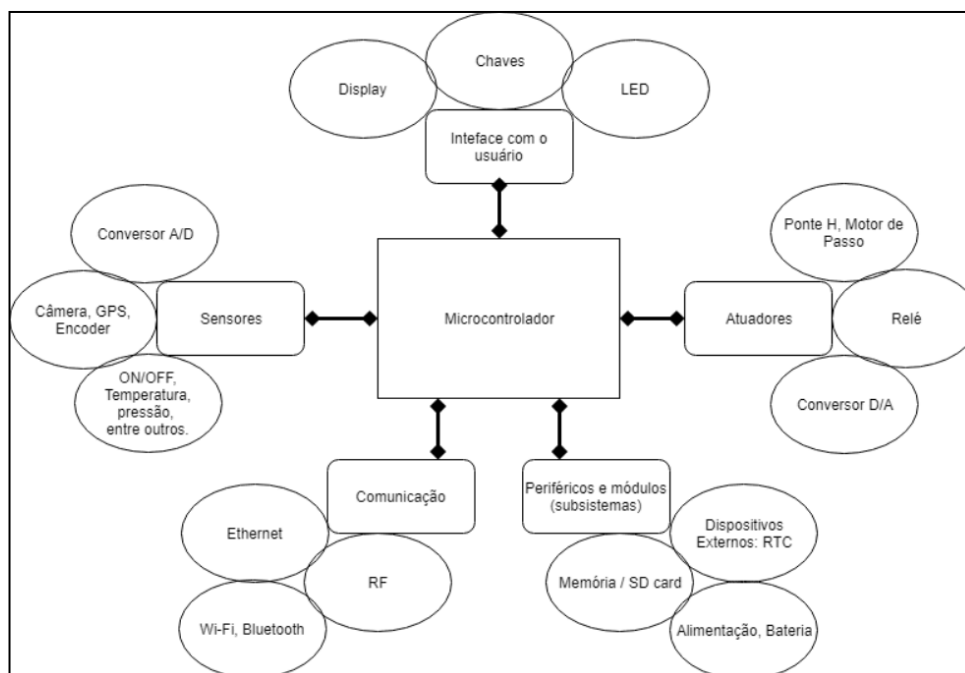
Tal avanço da tecnologia de microcontroladores, pode ser facilmente observado no cotidiano de hoje em dia. Diversos equipamentos que permitem uma interação com seus usuários, como por exemplo o micro-ondas: Onde variáveis de entrada, como o tempo e o tipo da comida que está sendo colocada dentro do aparelho são passadas pelo usuário, e o micro-ondas retorna uma saída

previamente calculada para obter a temperatura da comida desejada. Este exemplo de interação pode ser observado em diversos equipamentos dentro do mercado e cada vez mais otimizados, inteligentes e versáteis para utilização humana.

### **2.2.1 Principais Estruturas de um Microcontrolador**

Após coletar todas as informações relacionadas a um novo projeto, uma das principais tarefas de um projetista eletrônico é saber definir o melhor modelo de microcontrolador, através de estudos de hardware e recursos de software, como demonstrados na Figura 4: Arquitetura Microcontrolador. definindo o modelo que melhor atendera toda as premissas impostas para aplicação final do novo projeto, sempre buscando o perfeito funcionamento do sistema embarcado que foi desenvolvido. O conhecimento de todas as estruturas de hardware de um microcontrolador é essencial para a busca do melhor produto no mercado, visto que, atualmente no mercado, existem diversos tipos e modelos de microcontroladores e cada qual com sua peculiaridade. Saber os conceitos básicos de estruturação de hardware e recursos de software, garante ao projetista um bom know hall para evitar futuros transtornos e problemas com travamentos indesejáveis no processamento de sua aplicação embarcada e a incapacidade de possíveis ampliações do projeto. Erros comuns de super dimensionamento elevam o custo de um projeto. Um bom projetista faz o levantamento crucial de todas as premissas de seu projeto antes mesmo de começar a desenhar ou comprar componentes, por exemplo: Conhecendo a quantidade de sinais de entrada e saídas, a velocidade do processamento, limitações física, limitações elétricas e o consumo de energia, o meio em que o projeto desenvolvido trabalha, utilizando estas informações o projetista estará sempre buscando uma boa relação de custo e benefício ao seu projeto e será automaticamente valorizado.

Figura 4 – Arquitetura Microcontrolador



Fonte: Garcia (2020).

De fato, o projeto de sistemas eletrônicos embarcados envolve áreas de conhecimento variadas e, devido ao avanço da tecnologia, a fronteira entre hardware e software começa a se tornar tênue. Nesse sentido, para o projetista/programador, especificamente de microcontroladores, é essencial conhecer a estrutura interna do dispositivo, pois o programa interage diretamente com os elementos de hardware. Sabendo disso, é importante conhecer fundamentos de organização e arquitetura de sistemas computacionais. (GARCIA, 2020, p[7]).

### 2.2.2 Processador do Microcontrolador

Um microcontrolador é uma combinação de dispositivos e circuitos/barramentos digitais projetados para realizarem uma sequência programada de operações. Dentro dele podem ser encontrados diversos tipos de dispositivos, cada um com sua importância, desde as unidades de processamentos, passando pelos registradores, sendo orientados, auxiliados e guardados pelas memórias, até chegar nas unidades de entrada e saída, todo este sincronismo guiado por programas e procedimentos.

Um computador digital é uma combinação de dispositivos e circuitos digitais que realizam uma sequência programada de operações. A sequência de operações é chamada de programa. Resume-se a um conjunto de instruções codificadas e dados que serão processados para alcançar o objetivo computacional pretendido, sendo ambos armazenados na memória. Considerando isso, a função do

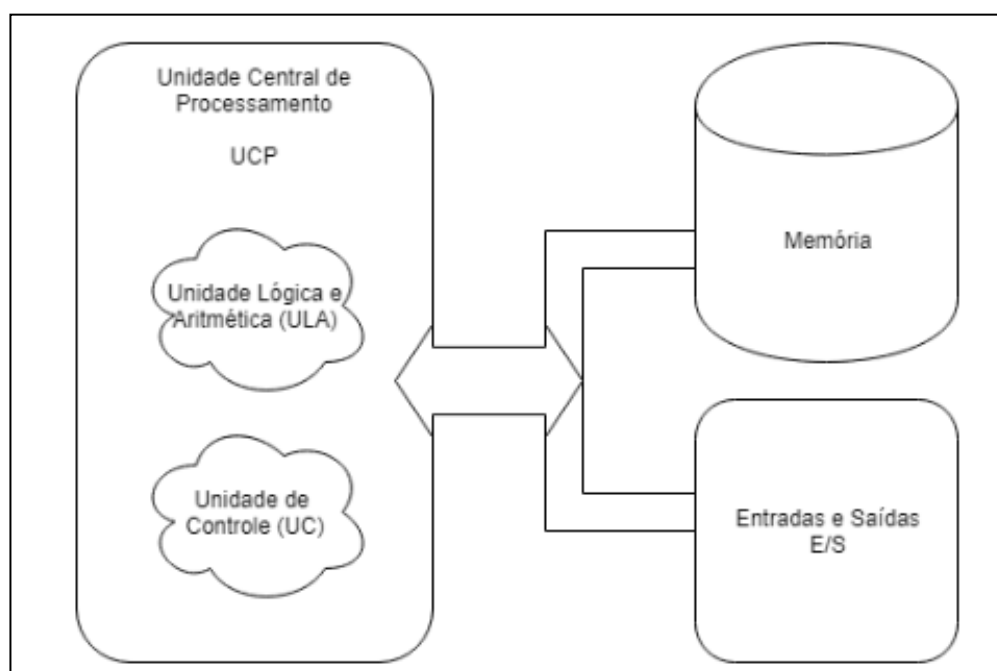
computador é acessar a memória para obter e processar as operações indicadas. Para tal, um sistema computacional possui um conjunto de estruturas para possibilitar que esses procedimentos possam ser executados. (GARCIA, 2020, p[10]).

E um dos principais componentes de um microcontrolador é a unidade de processamento / processador, dentro dele contém funções que realizam diversas tarefas, como por exemplo a realização de cálculos matemáticos, gerenciar, processar e enviar comandos para os demais dispositivos presentes dentro do microcontrolador, buscando sempre o total funcionamento do sistema conforme os parâmetros.

Embora os sistemas computacionais tenham suas peculiaridades, a estrutura interna pode ser generalizada em algumas unidades específicas. Sabendo disso, um sistema computacional pode ser representado por cinco blocos convencionais: a unidade lógica e aritmética - ULA, a unidade de memória, a unidade de controle - UC, e as unidades de entrada e saída. (GARCIA, 2020, p[10]).

A figura 5, a seguir, mostra esta estrutura na forma dos blocos funcionais.

Figura 5 – Estrutura da UCP



Fonte: Garcia (2020).

A seguir, conforme descrito por Garcia (2020), apresenta-se a descrição dos blocos funcionais do sistema computacional da figura 5.

- **Unidade Central de Processamento (UCP)** - Realiza todas as operações lógicas e aritméticas, possuindo além da própria Unidade Lógica e Aritmética, os registradores (Acumulador, registradores de propósito gerais e especiais) e a Unidade de Controle.
- **Unidade Lógica Aritmética (ULA)** - Implementa as operações lógicas (NOT, AND, OR, XOR) e aritméticas (geralmente adição, subtração, multiplicação, divisão, dependendo do microprocessador).
- **Unidade de Controle (UC)** - Responsável pela decodificação e execução das instruções, fornecendo os sinais de temporização adequados para as diversas partes do processador e do próprio computador.
- **Registradores** - Correspondem a uma memória local rápida do microprocessador, destinada ao armazenamento de dados e instruções. Um registrador pode ser resumido no geral, um movimentador de dados e operações, dependendo do modelo do microcontrolador podem se encontrar registradores com funções específicas e claro os genéricos.
- **Memória** - Local onde se armazenam temporária ou definitivamente dados, dependendo do modelo de memória, dentro das memórias existem posições e endereços físicos para o armazenamento dos dados.
- **Entradas e saídas** – Esta unidade trata todos os sinais que entram e determinam a sua saída, como se fosse um controle de malha fechada. Este controle provém de comandos específicos dentro do software e o alvo sempre são periféricos e dispositivos externos ao microcontrolador.

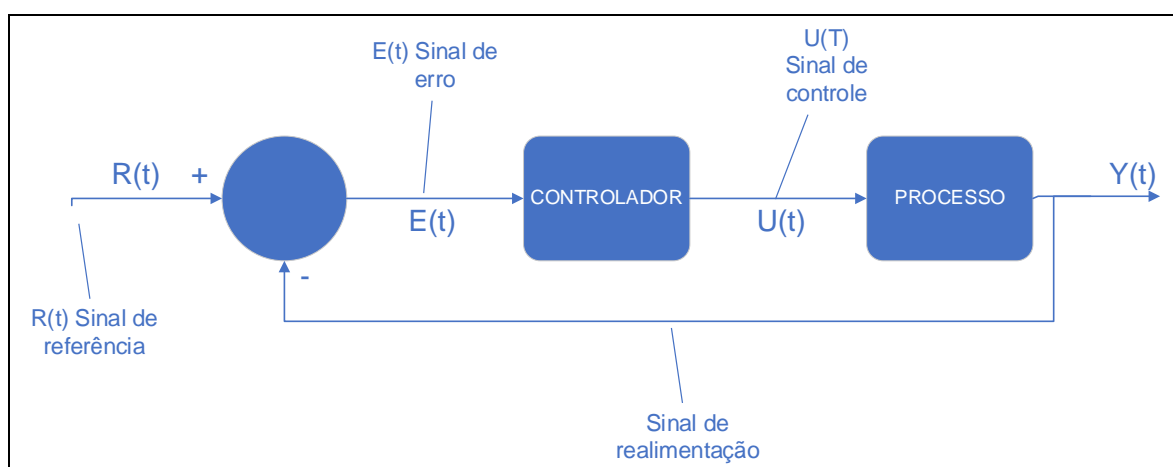
### 2.2.3 Sistema de Controle com Malha Fechada

A principal estruturação do projeto, na parte de sistema controle segue um contexto muito utilizado atualmente em controle de processos, envolvendo toda a parte de programação e leitura de sinais de entrada e saídas. Este projeto também contém uma estrutura de controle por malha fechada, este tipo de controle já se mostrou ser muito eficiente em processo que se deseja controlar temperaturas. Sistemas de controle de malha fechada muitas vezes são encontrados dentro de indústrias para o controle de temperatura de fornos, freezers entre outros.

No controle em malha fechada, informações sobre como a saída de controle está evoluindo são utilizadas para determinar o sinal de controle que deve ser aplicado ao processo em um instante específico. Isto é feito a partir de uma realimentação da saída para a entrada. Em geral, a fim de tornar o sistema mais preciso e de fazer com que ele reaja a perturbações externas. (SILVA, 2000, p[1]).

A manipulação de realimentação é feita pelo próprio software, o sinal de saída é comparado com um sinal de referência que foi adotado como set-point o erro entre estes dois sinais é utilizado para determinar o sinal de controle na saída, que neste caso é uma saída PWM, que deve efetivamente aplicado ao processo de controle de posicionamento. Assim, o sinal de controle é determinado de forma a corrigir este erro entre a saída e o sinal de referência. A figura 6 demonstra um diagrama de controle de malha fechada.

Figura 6 – Controle por Malha Fechada



Fonte: Silva (2000).

### 3 ESCOPO DO PROJETO

#### 3.1 Organização do projeto

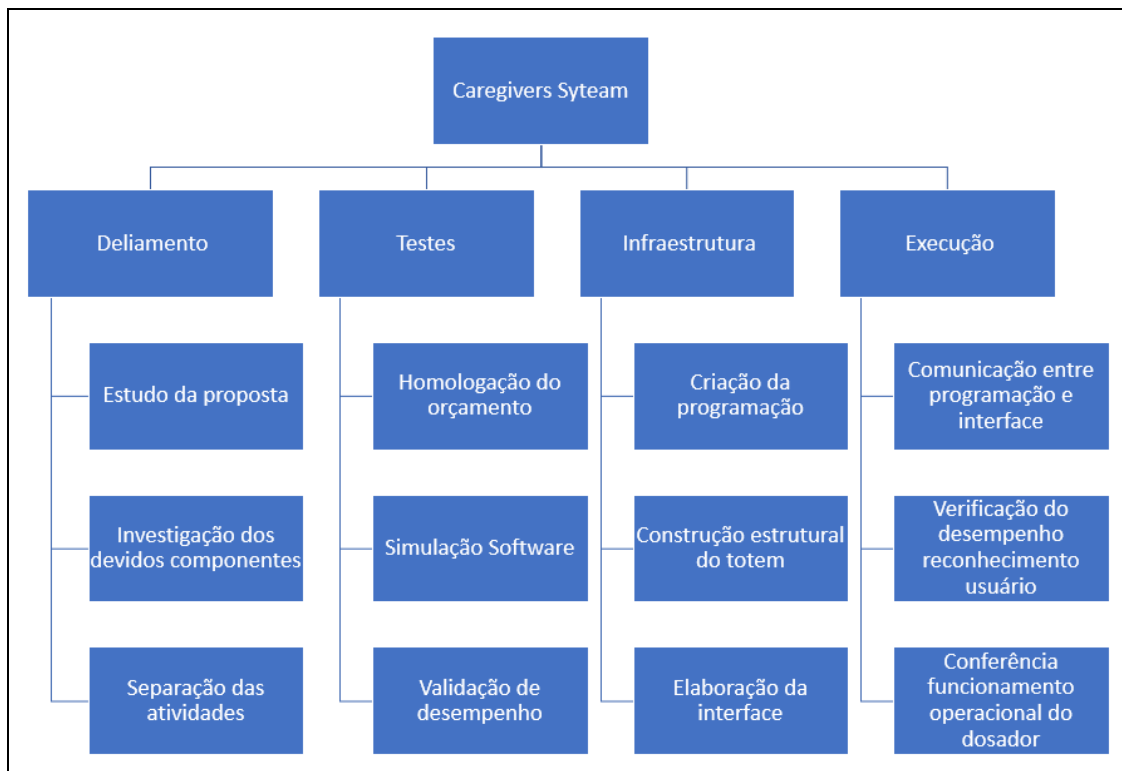
Foi realizado o modo da organização da equipe com a estrutura organizacional do projeto, apresentando as atribuições funcionais e as definições das responsabilidades.

- **Nome:** Diego Rodrigues Silva
- **Papel:** Organização da área operacional da equipe, além de gerenciar o processo de produção, metas que a equipe precisará desenvolver.
  
- **Nome:** Jefferson dos Santos Silveira
- **Papel:** Atuará com a gestão da equipe, responsável em cuidar da parte dos relatórios e de reuniões a respeito de materiais necessários para a produção do projeto, além da documentação técnica.
  
- **Nome:** Lucas dos Santos Scatolin
- **Papel:** Incumbido em desenvolver a construção da programação e interface com usuário.
  
- **Nome:** Mateus Oliveira Freitas
- **Papel:** Responsável pela elaboração do layout estrutural do totem e acompanhamento de sua execução.
  
- **Nome:** Raíssa da Silva Crispim de Farias
- **Papel:** Elaborar as estratégias para suprir as necessidades do projeto, pensando no custo do projeto.
  
- **Nome:** Raul Ribeiro Lopes
- **Papel:** Encarregado principal da pesquisa, possíveis melhorias, definir as restrições que podem afetar o projeto.

### 3.2 Work Breakdown Structure – WBS/EAP

Apresenta-se a estrutura da WBS do nosso grupo, que tem como finalidade a decomposição de segmentos, de uma forma hierárquica que facilita a orientação no planejamento do processo, que é fundamental para a elaboração do cronograma. Considera-se as atividades necessárias desde a documentação até a execução do processo, como é abordada na figura 7.

Figura 7 – WBS



Fonte: Os autores (2021).

### 3.3 Cronograma de desenvolvimento e implementação

O cronograma é uma ferramenta que permite a descrição das atividades que serão executadas em um determinado período pré-determinado. Com o auxílio da WBS, destinou-se todas as ações e tarefas que são importantes para a realização do projeto em um período de fevereiro de 2021 até novembro de 2021, inicialmente foi apresentado o cronograma do primeiro semestre conforme a tabela 1. A partir do cronograma gerou-se um gráfico de Gantt das atividades, gráfico 1, visualizadas por barras horizontais, sendo acompanhada por uma escala de tempo.

Tabela 1 – Cronograma

Id	Nome da tarefa	Início	Término	% concluída	Duração	Nomes dos recursos
1	<b>TCC: 1ºSemestre: Cronograma: Entrega Documentação</b>	Seg 22/02/21	Qua 19/05/21	6%	64,11 dias?	
2	<b>Teórico</b>	Sáb 20/03/21	Qui 13/05/21	2%	41 dias?	Grupo
3	Pesquisa: Validação do Produto.	Seg 22/03/21	Sáb 27/03/21	49%	4,44 dias?	Lucas;Raissa
4	Fundamentação teórica	Seg 22/03/21	Sáb 03/04/21	0%	8,89 dias?	Grupo
5	Metodologia de trabalho.	Seg 22/03/21	Sáb 03/04/21	0%	8,89 dias?	Grupo
6	Projeto Executivo	Seg 22/03/21	Sáb 03/04/21	0%	8,89 dias?	Grupo
7	Testes e Resultados	Seg 22/03/21	Qua 19/05/21	0%	45,22 dias?	Grupo
8	Revisão do Texto	Qui 25/03/21	Sáb 22/05/21	0%	45,22 dias?	Mario
9	<b>Desenvolvimento Elétrico e Mecânico</b>	Sáb 20/03/21	Qui 13/05/21	13%	41 dias?	Mateus;Diego;Raul
10	Sistema de Manipulação de Medicamentos	Sex 05/03/21	Sáb 24/04/21	0%	34,56 dias?	Mateus;Raul;Diego
11	Sistema de Despejo de Medicamentos	Qua 03/03/21	Sáb 24/04/21	6%	34,56 dias?	Mateus;Raul;Diego
12	Pesquisa: Parte Técnicas	Qua 03/03/21	Sáb 24/04/21	28%	34,56 dias?	Mateus;Raul;Diego
13	Layout do Protótipo	Qua 03/03/21	Sáb 24/04/21	51%	34,56 dias?	Mateus;Raul;Diego
14	Projeto de Estrutura do Totem	Qua 03/03/21	Sáb 24/04/21	28%	34,56 dias?	Mateus;Raul;Diego
15	Estudos Ergonomia	Sex 05/03/21	Sáb 24/04/21	0%	34,56 dias?	Raul;Diego;Mateus
16	Documentação Formal Prévia	Sex 05/03/21	Sáb 24/04/21	0%	34,56 dias?	Mateus;Raul;Diego
17	Equipamentos Elétricos	Dom 25/04/21	Sáb 15/05/21	0%	16,89 dias?	Mateus;Raul;Diego
18	Painel Elétrico	Dom 25/04/21	Sáb 15/05/21	0%	16,89 dias?	Mateus;Raul;Diego
19	Arduino: Integração do sistema	Sáb 24/04/21	Sex 14/05/21	0%	17,89 dias?	Mateus;Raul;Diego;Lucas
20	Documentação Formal Final	Dom 25/04/21	Sáb 15/05/21	0%	16,89 dias?	Mateus;Raul;Diego
21	<b>Eletrônico</b>	Sáb 20/03/21	Qui 13/05/21	4%	41 dias?	Lucas
22	Sensores: Verificação de temperatura	Sex 05/03/21	Sáb 24/04/21	10%	34,56 dias?	Raissa
23	Sensores: Verificação de Frequência cardíaca	Sex 05/03/21	Sáb 24/04/21	10%	34,56 dias?	Raissa
24	<b>Sensores: Verificação de Pressão Arterial</b>	Sex 05/03/21	Sáb 24/04/21	10%	34,56 dias?	Raissa
25	Arduino: Integração dos sensores de aferição.	Sex 05/03/21	Sáb 24/04/21	0%	34,56 dias?	Raissa;Lucas
26	Documentação Formal Prévia	Sex 05/03/21	Sáb 24/04/21	0%	34,56 dias?	Raissa
27	Biometria.	Dom 25/04/21	Sáb 15/05/21	0%	16,89 dias?	Raissa;Lucas
28	Sensores: Saturação (em análise).	Dom 25/04/21	Sáb 15/05/21	0%	16,89 dias?	Raissa
29	Sensor: Glicose no sangue. ( em análise).	Dom 25/04/21	Sáb 15/05/21	0%	16,89 dias?	Raissa
30	Documentação Formal Final	Dom 25/04/21	Sáb 15/05/21	0%	16,89 dias?	Raissa
31	<b>Software</b>	Sáb 20/03/21	Qui 13/05/21	5%	41 dias?	Lucas
32	Sistema de reconhecimento de usuário	Sex 05/03/21	Sáb 24/04/21	30%	34,56 dias?	Lucas
33	Banco de dados	Sex 05/03/21	Sáb 24/04/21	0%	34,56 dias?	Lucas
34	Dashboard	Sex 05/03/21	Sáb 24/04/21	5%	34,56 dias?	Lucas
35	Comunicação Raspberry x Arduino.	Sex 05/03/21	Sáb 24/04/21	0%	34,56 dias?	Lucas
36	Documentação Formal Prévia	Sex 05/03/21	Sáb 24/04/21	0%	34,56 dias?	Lucas
37	Software: Integração dos sensores de aferição.	Seg 22/03/21	Sáb 15/05/21	0%	34,67 dias?	Lucas;Raissa
38	Sistemas de interface com usuário	Dom 25/04/21	Sáb 15/05/21	0%	16,89 dias?	Lucas
39	Documentação Formal Final	Dom 25/04/21	Sáb 15/05/21	0%	16,89 dias?	Lucas
40	<b>Apresentação Formal.</b>	Sáb 20/03/21	Qui 13/05/21	0%	41 dias?	Jefferson
41	Prévia: Recebimento de documentos	Qua 03/03/21	Sáb 24/04/21	0%	36,33 dias?	Grupo
42	Documento: Ajustes Prévia	Dom 18/04/21	Sáb 24/04/21	0%	6,11 dias?	Jefferson
43	Entrega Prévia	Sáb 24/04/21	Dom 25/04/21	0%	1,67 dias?	Jefferson
44	Monografia: Ajustes Entrega Final	Dom 09/05/21	Sáb 15/05/21	0%	6,11 dias?	Jefferson
45	Entrega Documentação Final	Ter 18/05/21	Qua 19/05/21	0%	1,67 dias?	Jefferson
46	<b>Reuniões</b>	Seg 22/02/21	Qua 19/05/21	3%	64,11 dias?	Jefferson
47	Reunião: Entrega de cronograma	Qui 25/03/21	Sex 26/03/21	100%	1 dia?	Grupo;Mario
48	Reunião: Fundamentação Teórica	Seg 29/03/21	Sex 02/04/21	0%	4,33 dias?	Grupo
49	Reunião: Acompanhamento Projeto	Seg 05/04/21	Sex 09/04/21	0%	4,33 dias?	Grupo
50	Reunião: Aula 16/04 Mario	Seg 12/04/21	Sex 16/04/21	0%	4,33 dias?	Grupo;Mario
51	Reunião: Acompanhamento Projeto	Seg 19/04/21	Sex 23/04/21	0%	4,33 dias?	Grupo
52	Reunião: Acompanhamento Projeto	Seg 26/04/21	Sex 30/04/21	0%	4,33 dias?	Grupo
53	Reunião: Aula 07/05 Mario	Seg 03/05/21	Sex 07/05/21	0%	4,33 dias?	Grupo;Mario
54	Reunião: Acompanhamento Projeto	Seg 10/05/21	Sex 14/05/21	0%	4,33 dias?	Grupo
55	Reunião: Aula 21/05 Mario	Seg 17/05/21	Sex 21/05/21	0%	4,33 dias?	Grupo;Mario

Fonte: Os autores (2021).

Gráfico 1 – Gráfico de Gantt



Fonte: Os autores (2021).

### 3.4 Orçamento para o desenvolvimento do projeto

Na tabela 2, desenvolveu-se o orçamento para o desenvolvimento do protótipo que seja realizado na prática, sendo realizada a pesquisa no dia 26 de março de 2021.

Tabela 2 – Custos

<b>TABELA DE CUSTOS</b>				
<b>Item</b>	<b>Modelo</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Valor</b>	
Módulo Wifi	ESP8266	1	R\$ 23,09	<a href="#">Link</a>
Adaptador Módulo Wifi	ESP8266	1	R\$ 22,40	<a href="#">Link</a>
Sensor de temperatura Infravermelho	IR MLX90614	1	R\$ 51,50	<a href="#">Link</a>
Sensor Oxímetro e de Batimentos Cardíacos	MAX30100	1	R\$ 15,64	<a href="#">Link</a>
Sensor de proximidade infravermelho	E18-D80NK	1	R\$ 24,00	<a href="#">Link</a>
Arduino	UNO	1	R\$ 69,90	<a href="#">Link</a>
Raspberry Pi	4 B	1	R\$ 412,00	<a href="#">Link</a>
Servo TowerPro	MG996R 180°	1	R\$ 55,00	<a href="#">Link</a>
Display LCD HDMI Touch Screen	7 polegadas	1	R\$ 209,70	<a href="#">Link</a>

Fonte: Os autores (2021).

### **3.5 Validação do Projeto**

Antes de abrir uma empresa ou lançar um novo produto no mercado é de suma importância realizar a validação da ideia ou produto no mercado com o seu público específico ou público geral. Buscar a validação de mercado antes da confecção do seu produto é ter uma boa estimativa projetada, de que seu produto será bem avaliado e levado à diante pelo consumidor final, hoje em dia é de suma importância, visto que o mercado é cada vez mais competitivo. Entendendo que o seu produto irá suprir todas as necessidades daquele grupo alvo, bem como realizar melhorias iniciais.

Os principais fundamentos do grupo perante a essa validação é poder errar rápido para corrigir o mais rápido possível e realizar a inovação questionando o que já existe, tudo isso vindo de encontro com o objetivo de buscar uma boa colocação no mercado.

Visando realizar essa validação de produto o grupo realizou um questionário através da plataforma Google Forms e ocorreu uma única etapa, estabelecendo algumas pequenas perguntas, após uma pequena introdução ao funcionamento do protótipo. Contudo segue algumas considerações e resultados obtidos.

#### **3.5.1 Quantidade de respostas e profissão**

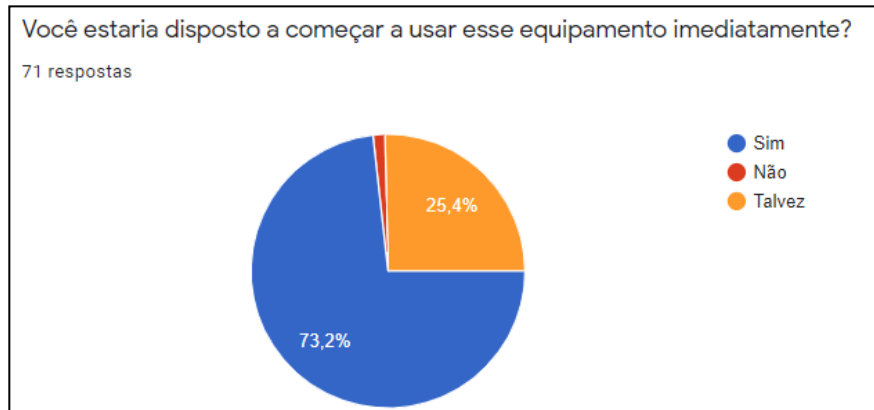
Ao todo o questionário contemplou 71 respostas, de pessoas distintas. Dentro das perguntas idealizadas no projeto, uma questionou os participantes sua atual profissão.

Os resultados foram os seguintes: Fisioterapeutas, Enfermeiras, Auxiliares de enfermagem, Gestora Hospitalar entre outros. Como o público alvo do projeto são pessoas ligadas a área da saúde, a opinião das mesmas fora de suma importância.

### 3.5.2 Disposição ao uso do equipamento

Após dar uma breve introdução sobre o equipamento, questionou-se os participantes sobre se os mesmos estariam dispostos a começar a utilizar esse equipamento. Os resultados foram os seguintes:

Gráfico 2 – Uso imediato do equipamento

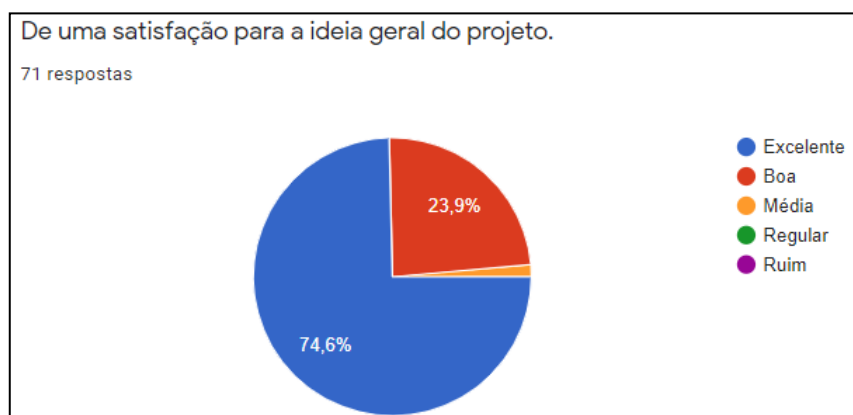


Fonte: Os autores (2021).

### 3.5.3 Satisfação

O questionamento sobre a satisfação teve como seu principal objetivo a opinião na ideia geral do projeto, visando realizar a avaliação da ideia inicial do grupo. Os resultados foram os seguintes:

Gráfico 3 – Satisfação do projeto



Fonte: Os autores (2021).

Para buscar uma boa validação e ideias para melhorias, questionou-se os participantes sobre: o que impede o mesmo realizar a utilização do equipamento. Em geral as respostas foram bem difundidas, porém vale ressaltar algumas. Muitos participantes do questionário se sentiram impedidos de utilizar o equipamento por conta do seu custo, com isso o grupo realizou estratégias de produto e marketing para oferecer ao mercado algumas opções mais econômicas, porém com menores funcionalidades. Um outro ponto questionado pelos participantes, foi em relação ao tipo a manobras em volta do medicamento, como: capacidade de armazenamento, capacidade de resfriamento, ingestão errônea do medicamento, relatório do estoque/armazenamento de medicamentos, medicamentos na forma líquida. Tais observações enriquecem a validação do produto, sendo que o equipamento pretende buscar a solução de todos esses problemas citados em seu ciclo de funcionamento normal. Em contrapartida ao tema geral, participantes opinaram sobre o seu descontentamento com a automação e tecnologia substituindo empregos formais, o grupo buscará discurrir dentro do trabalho opiniões contrárias, demonstrando como novas tecnologias podem auxiliar profissionais da saúde e realizar a criação de novos empregos. Como sugestão de melhorias futuras, foram apresentadas opiniões como: lembrete de ingestão de medicamento, auxiliar para pílulas anticoncepcionais, sistema de alarmes e um sistema operacional intuitivo com o usuário. O grupo observou que um grande grupo de participantes, levantaram grandes questões em relação a operações com o medicamento e com isso o grupo acarretou grandes ideias para aplicar no protótipo final. De forma geral o projeto foi bem validado e encorajou ao grupo seguir com a ideia acatando boas sugestões e opiniões contrárias, bem como melhorias futuras, para que assim busque uma boa colocação do produto no mercado.

### 3.6 Seleção de componentes

Nesta seção são apresentados os principais componentes utilizados na composição do projeto.

#### 3.6.1 Sensor de temperatura Infravermelho IR MLX90614

Altamente tecnológico, é um módulo desenvolvido para sensoriamento da temperatura sem contato, fazendo medições em microcontroladores como Arduino e Raspberry.

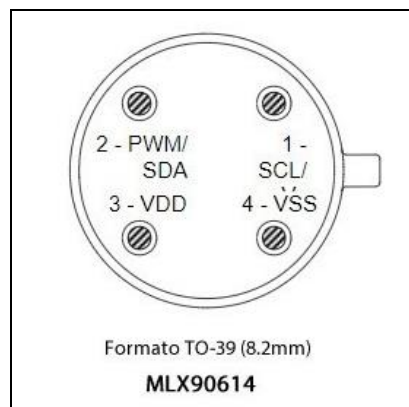
Figura 8 – Sensor de temperatura Infravermelho IR MLX90614



Fonte: Cap Sistema ([200-?]).

Possibilita dois métodos de saída PWM de 10-bit com resolução de 0,14°C e SMBus (TWI) que possui resolução de 0,02°C. O SMBus é um sistema de interface de dois cabos através do qual simples chips referentes á energia podem se comunicar com o resto do sistema.

Figura 9 – Pinagem Sensor de temperatura Infravermelho IR MLX90614



Fonte: Usinainfo ([200-?]).

Segundo Melexis Inspired Engineering ([200-?]) as características de operação principais são:

- Medições sem contato;
- Compatível com Arduino, Raspberry Pi, PIC, entre outros;
- Ampla margem de temperaturas;
- Calibrado de fábrica;
- Maior resolução e precisão;
- Modo de economia de energia;
- Conversor ADC de 16-bits integrado;
- Dois métodos de saída de comunicação;
- Compatível com interface digital SMBus;
- Saída PWM customizável para leitura contínua;
- Detecção de temperatura em superfície aquecida;
- Medição de temperatura corporal;
- Acompanha barra de pinos para soldagem.

E de acordo com Melexis Inspired Engineering ([200-?]) suas especificações:

- Faixa de temperatura para ambientes:  $-40^{\circ}\text{C} \sim 85^{\circ}\text{C}$ ;
- Faixa de temperatura para objetos:  $-40^{\circ}\text{C} \sim 115^{\circ}\text{C}$ ;
- Precisão da medição:  $0,5^{\circ}\text{C}$  (0-50 graus);
- Resolução:  $0,02^{\circ}\text{C}$ ;
- Tensão de funcionamento: 3 ~ 5 V;
- Corrente de funcionamento: 5mA;
- Dimensões (CxLxE): 16,9x11,5x5,6mm;
- Peso: 1,4g.

### 3.6.2 Sensor Oxímetro e de Batimentos Cardíacos MAX30100

De acordo com Maxim Integrated (2014) o módulo é composto por em fotodetector LED e circuitos de detecção de batimentos cardíacos que de forma indireta medem o nível de oxigênio no sangue. É ideal pelo baixo consumo de energia, tendo sua alimentação por baterias, e sua faixa de tensão de funcionamento é de 1.8VCD a 3.3VDC, tendo fácil comunicação com microcontroladores por possuir o protocolo de comunicação pelo módulo I2C.

Figura 10 – Sensor Oxímetro e de Batimentos Cardíacos MAX30100



Fonte: Eletrogate ([200-?]).

Segundo Maxim Intregrated (2014) suas principais especificações são:

- Tensão de Operação do Módulo: 5VDC, podendo também ser utilizado com 3.3V se ligado ao ESP8266;
- Interface de Comunicação I2C;
- Resolução ADC: 14bits;
- Consumo típico de corrente ligado: 600uA
- Consumo típico de corrente standby: 0,7uA;
- Oxímetro é de nível SpO2 (Saturação de oxigênio);
- Monitor de frequência cardíaca: taxa ppg em tempo real;
- Dimensões: 19 x 14 x 3mm.

### 3.6.3 Sensor Óptico Reflexivo de Proximidade Infravermelho E18-D80NK

Sensor composto por um transmissor e receptor IR (infravermelho), que fazem a detecção do objeto desejado. Sua capacidade de detecção ajustável através de um potenciômetro na parte traseira do sensor, podendo ser de 3 a 80 cm de distância.

Figura 11 – Sensor Óptico Reflexivo de Proximidade de Infravermelho E18-D80NK



Fonte: Master Walker ([200-?]).

Segundo o manual da ETT ([200-?]) suas especificações são:

- Modelo: E18-D80NK;
- Tensão de operação: 5VDC;
- Corrente de operação: <25mA;
- Tempo de resposta: <2ms;
- Ângulo de detecção: 15°;
- Distância de detecção: 3 a 80cm (ajustável via potenciômetro);
- Temperatura de operação: -25 a 55° C



### 3.6.5 Display LCD HDMI Touch Screen 7 polegadas

Usado para a construção do IHM do projeto, possui resolução de 1024x600 e tela de toque capacitivo, o padrão HDMI interface de entrada é compatível com Raspberry Pi 4 e possui controle de luz para economia de energia.

Figura 13 – Display LCD HDMI Touch Screen 7 polegadas



Fonte: Monkey Business ([200-?]).

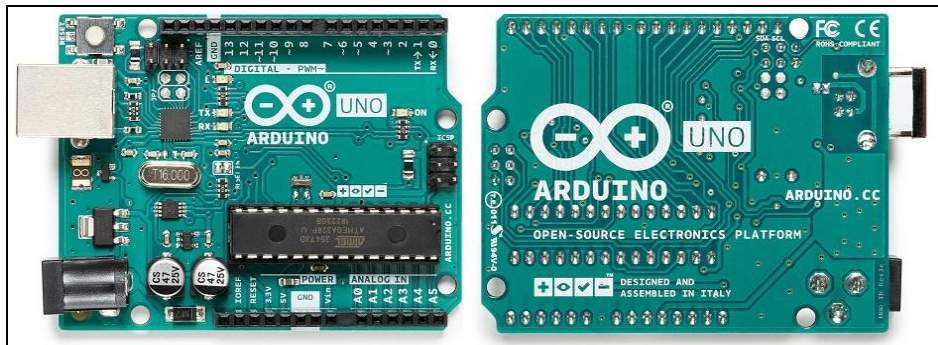
Segundo especificações do Monkey Business ([200-?]):

- Compatível para Raspberry Pi, para Raspbian, para Ubuntu, Single Touch e Driver Free;
- Suporta Windows 10/8.1/8/7, livre de drive;
- Controle de Toque Capacitivo;
- Resolução: 800x480;
- Interface: HDMI, USB.

### 3.6.6 Arduino UNO

É uma placa microcontrolada com 14 pinos de entrada/saída digital onde 6 desses pinos podem ser usados como saídas PWM, 6 entradas analógicas, um ressonador de cerâmica de 16 MHz, uma conexão USB, um conector ICSP, um botão de reinicialização e um conector de alimentação.

Figura 14 – Arduino UNO REV3.



Fonte: Store ([200-?]).

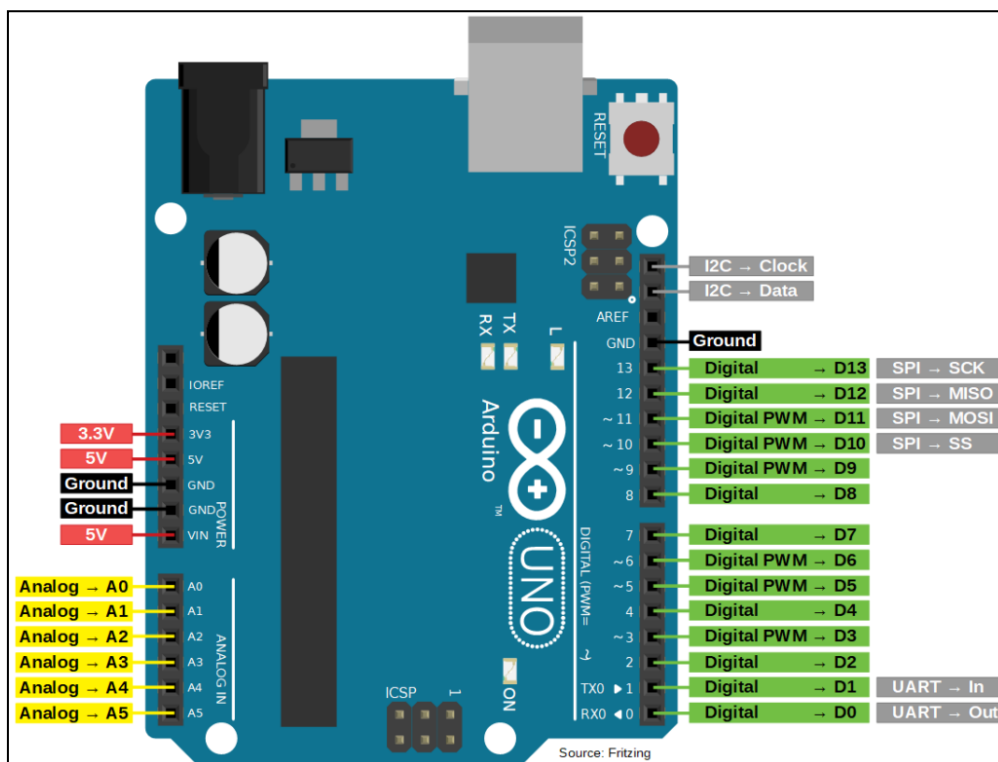
De acordo com datasheet ARDUINO UNO ([200-?]) suas especificações:

- Microcontrolador: ATmega328P;
- Tensão operacional: 5V;
- Tensão de entrada (recomendado): 7-12V;
- Tensão de entrada (limite): 6-20V;
- Pinos de E / S digitais: 14 (dos quais 6 fornecem saída PWM);
- Pinos de E / S digital PWM: 6;
- Pinos de entrada analógica: 6;
- quais 0,5 KB usados pelo bootloader;
- SRAM: 2 KB (ATmega328P);
- EEPROM: 1 KB (ATmega328P);
- Velocidade do relógio: 16 MHz;
- Dimensões (CxL): 68,6 x 53,4 mm;
- Peso 25 g.

### 3.6.6.1 Descrição de operandos do Arduino

Dentro deste tópico são apresentadas detalhadamente as ligações dos dispositivos periféricos ao microcontrolador Arduino, bem como uma tabela detalhando toda a utilização do seu I/O, buscando entender suas funções eletrônicas e ligações. Pode-se definir o Arduino como sendo uma placa de prototipagem rápida eletrônica, chamá-lo de microcontrolador poder ser um equívoco. Em sua placa de desenvolvimento o que realmente pode-se chamar de microcontrolador é o ATmega328P. O microcontrolador da placa Arduino já vem com o bootloader embutido, sendo assim pode-se iniciar rapidamente a sua programação através de sua IDE (Interface de Desenvolvimento). Porém antes de realizar a sua programação, deve-se estudar e entender ao seu pinout, visando entender onde está localizado cada pino e qual a finalidade de cada. A figura 15 demonstra o layout de uma placa Arduino.

Figura 15 – Pinagem

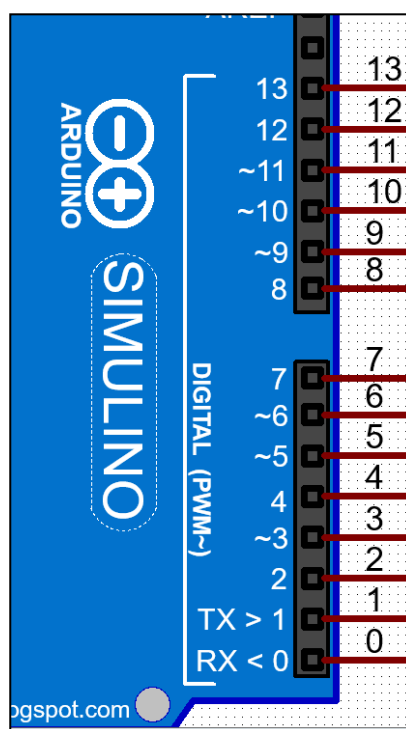


Fonte: Lobo da Robótica ([200-?]).

### 3.6.6.2 Pinos Analógicos

A família de placas de desenvolvimento Uno possui seis pinos analógicos. Nesses pinos analógicos pode-se utilizar sensores que transmitem em forma de tensão ou corrente, grandezas físicas (Pressão, Temperatura, Umidade), que variam de maneira analógica no tempo. Dessa maneira, o sinal analógico é convertido em um sinal digital por meio de um conversor analógico-digital (ADC) de 10 bits. Portanto, as tensões analógicas passam por 1024 níveis digitais, ou seja, o valor de um sensor irá variar de 0 a 1023, sendo um bit para definição se o resultado é negativo ou positivo. Ao passo que os pinos analógicos são somente 6, os digitais somam 14 pinos ao todo. Além disso, somente seis dos quatorze pinos digitais produzem um sinal PWM. Por último, para a identificação dos pinos que contém as funções de PWM do Arduino, pode-se fazer uma análise no datasheet do Atmega328 ou rapidamente fazer uma visualização na placa, onde podem ser encontradas simbologias que destacam estes pinos (“~”) ao lado esquerdo do número, portanto os pinos 3, 5, 6, 9, 10 e 11. A figura 16 demonstra esses pinos.

Figura 16 – Pinos Analógicos



Fonte: Lobo da Robótica ([200-?]).

### 3.6.6.3 Pinos Digitais

O termo “digital” consiste em demonstrar a tensão através de 1 bit: 0 ou 1. Sendo assim, pode-se configurar o pino digital como entrada ou saída, conforme preferir. Ele possui apenas dois estados: ligado (1) e desligado (0). Entretanto, cada um desses pinos pode drenar ou fornecer no máximo 40mA, o total da soma dessas correntes não pode ultrapassar 200mA.

Quando os pinos digitais são configurados como saída, eles são definidos para 0 ou 5 volts: se está LIGADO, fica em um estado de tensão ALTA de 5V, se está desligado, fica em estado de tensão BAIXA de 0V. Dessa forma, existem dois limites para determinar isso: abaixo de 0,8 V (considerado como 0) e acima de 2V (considerado como 1).

### 3.6.6.4 Descrição de operandos: I/O Arduino UNO

Para um bom desenvolvimento do projeto e até mesmo do software é de suma importância realizar o levantamento de todos os I/O's utilizado da placa microcontrolada. Com esse relatório de I/O, o projetista consegue ter uma visão crítica diante de suas entradas e saídas utilizadas e a sua reserva para futuras melhorias.

A tabela a seguir demonstra a descrição de quais pinos o projeto utiliza para o seu funcionamento no projeto.

Tabela 3 – Descrição de pinos utilizados no Arduino UNO

Arduino UNO R3 pins				
Pin Name	Project Function	Input	Output	REDE
0 (RX)				
1 (TX)				
2				
3 (PWM)				
4				
5 (PWM)				
6 (PWM)			PWM	
7	Botão Despeja	DIG		
8	Buzzer	DIG		
9 (PWM)	Servo Motor Dispenser – 1		PWM	
10 (PWM)	Sensor ótico	DIG		
11 (PWM)	Iluminação		DIG	MISO
12				MOSI
13				SCK
A0	Medidor de Frequência	Sinal Analógico		
A1				

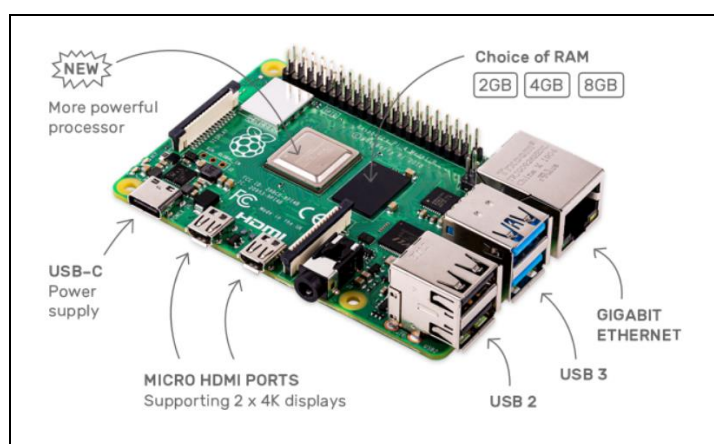
Pin Name	Project Function	Input	Output	REDE
A2				
A3				
A4	Sensor Oxímetro		Analógica	SDA
	Sensor de temperatura infra		Analógica	
A5	Sensor Oxímetro		Analógica	SCL
	Sensor de temperatura infra		Analógica	
V Ref				
Reset				Reset
VCC				
AVCC				
GND				
GND				
XTAL				
XTAL				

Fonte: Os autores (2021).

### 3.6.7 Raspberry Pi 4 model B

Possui recursos de hardware e computacionais que permitem seu uso como um computador pessoal, pode conter uma ou mais CPUs e suporte a conexões e protocolos avançados como Ethernet, WiFi, HDMI e faz uso de um System on Chip (SoC). Possui um processador de 64-bit e quad core, portas USB 3.0, velocidade de 1.5GHz, funciona em frequência de 2.4GHz e 5GHz wireless, com chip Ethernet Gigabit de banda dupla, duas portas micro HDMI possibilitando o uso da placa em dois monitores.

Figura 17 – Raspberry Pi 4 model B



Fonte: Raspberry ([200-?]).

De acordo com Raspberrypi ([200-?]) suas especificações:

- Processador: Broadcom BCM2711, quad-core Cortex-A72 (ARM v8) 64-bit SoC;
- Clock 1.5 GHz;
- Memória RAM: 2GB ou 4GB DDR4;
- Adaptador Wifi 2.4 GHz and 5.0 GHz IEEE 802.11b/g/n/ac wireless LAN integrado;
- Bluetooth 5.0 BLE integrado;
- 2 portas micro HDMI (suportadas até 4kp60);
- 2 portas USB 3.0 e 2 portas USB 2.0;
- Alimentação: recomenda-se uma Fonte DC chaveada 5.1V 3A com conector USB-C;
- Interface para câmera (CSI);
- Interface para display (DSI);
- Slot para cartão microSD;
- Conector de áudio e vídeo;
- GPIO de 40 pinos;
- Certificado de homologação Anatel: 06004-19-10629;
- Dimensões: 85 x 56 x 17.

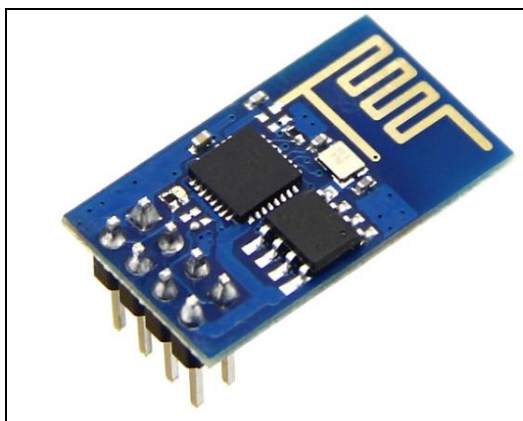
### 3.6.8 Módulo Wifi ESP8266

O módulo Wifi ESP8266 ele permite conectar o microcontrolador a uma conexão Wifi de forma fácil, eficaz e de um baixo preço.

Suporta as redes 802.11 b/g/n, usual atualmente, podendo trabalhar como um Ponto de Acesso (Access Point) ou como uma Estação (Station), enviando e recebendo dados. Suas especificações são:

- Tensão de operação: 3,3V;
- Alcance: 90m aproximadamente;
- Comunicação: Serial (TX/RX);
- Suporta comunicação TCP e UDP.

Figura 18 – Módulo Wifi ESP8266



Fonte: Curvello (2015).



### 3.6.8.2 Descrição de operandos: I/O ESP8266

A tabela a seguir demonstra a descrição de quais pinos se utiliza para o seu funcionamento no projeto.

Tabela 4 – Descrição de pinos utilizados no ESP8266

Módulo ESP8266				
Pin Name	Project Function	Input	Output	REDE
D0				
D1	I2C			SCL
D2	I2C			SDA
D3				
D4				
3V3				
GND				
D5				
D6				
D7				
D8				
RX				
TX				
GND				
3V3				
VIN				
GND				
RST				
EN				
3V3				
GND				
CLK				
SD0				
CMD				
SD1				
SD2				
SD3				
RSV				
RSV				
A0				

Fonte: Os autores (2021).

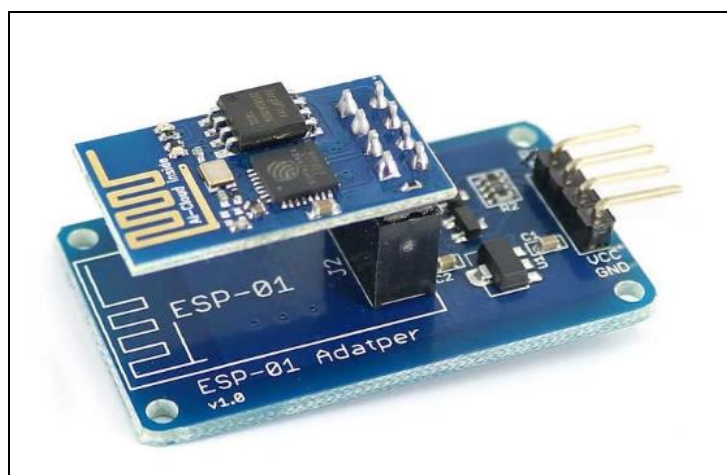
### 3.6.9 Adaptador Módulo Wifi ESP8266

Com o adaptador para o módulo ESP8266 ele permite conectar o módulo ESP8266 diretamente em microcontroladores com nível de sinal de 5V.

Possui um regulador de tensão na própria placa, e a disposição dos pinos facilita o processo de conexão de fios e sua utilização no protoboard. Suas especificações:

- Tensão de operação: 4,5 a 5,5 DC;
- Nível de interface lógica: 3,3V e 5V.

Figura 20 – Adaptador Módulo Wifi ESP8266



Fonte: Oliveira (2018).

### 3.7 Usabilidade e Ergonomia

A interação entre Homem-Máquina, é uma relação antiga onde a preocupação para facilitar essa relação é um tema que sempre está em pauta. Devido aos avanços da internet, o desenvolvimento e descobrimento de novas tecnologias, o ser humano está cada vez mais dependente da interação constante com sistemas operacionais e aplicativos. Com isso, o termo usabilidade e ergonomia sempre estão diretamente relacionados na criação de uma nova tecnologia e/ou sistema, visando resultar em uma experiência mais dinâmica e interativa ao usuário.

A norma técnica regulamentadora deste processo é a ISO 9241-11, onde a própria ABNT faz o uso para criação de suas normas.

A ISO 9241-11 define usabilidade e explica como identificar a informação necessária a ser considerada na especificação ou avaliação de usabilidade de um computador em termos de medidas de desempenho e satisfação do usuário. É dada orientação sobre como descrever de explicitamente o contexto de uso do produto (hardware, software ou serviços) e as medidas relevantes de usabilidade. A orientação é dada na forma de princípios e técnicas gerais, em vez de requisitos para usar métodos específicos". (NBR 9241-11:2002, p.3)

A ISO 9241-11 tem por objetivo a projeção e a avaliação de sistemas buscando oferecer usabilidade aos usuários para alcançarem suas metas da forma mais satisfatória possível. Também esclarece todos os benefícios de realizar a medição de usabilidade em termos de desempenho e satisfação, onde são medidos conforme as metas de uso são alcançadas, quanto foi gasto para chegar nesse resultado, e pela aceitação do usuário em relação ao uso do produto. Onde mudanças e possíveis melhorias podem afetar diretamente no desempenho e na avaliação do usuário, sendo algumas delas: tempo de treinamento operacional, manual de instruções com passo a passo detalhado, ou melhoria na iluminação do equipamento.

Segundo Moraes (2012) "É uma técnica empírica de coleta de dados sobre a interação de usuários, representativos do público alvo, enquanto realizam tarefas".

É possível dizer que a ergonomia está relacionada a origem da usabilidade, uma vez que a mesma visa resultar eficácia e eficiência ao usuário durante todo o processo, além de proporcionar bem-estar e saúde ao mesmo, ou seja, o objetivo da ergonomia é garantir que determinado processo esteja adequado ao pensamento, comportamento e características do usuário para resultarem em sua usabilidade.

A Ergonomia cognitiva não é uma disciplina semelhante à “interação” homem-computador, pois envolve não só a tecnologia do computador, mas também o envolvimento do operador com a máquina como um todo. (CARROLL, 1987, p.[2]).

Para o desenvolvimento da interface de um determinado sistema que tem como foco o usuário seja para trabalho ou lazer, é necessário utilizar conhecimentos cognitivos e emocionais, pois através deles é possível obter raciocínio, memória, tomada de decisão, produção de informações, entre outros. Além disso, é necessário ter o discernimento que as pessoas diferem entre si, seja por diversidade natural, inteligência, personalidade, acesso a tecnologia, e facilidade para utilizar a mesma.

### 3.7.1. Critérios Ergonômicos de Scapin e Bastien

Para se realizar a inspeção em relação a eficácia ergonômica de um respectivo sistema e/ou produto desenvolvido, é necessário listar os princípios essenciais a serem avaliados. Onde é comprovado um aumento considerável de satisfação e desempenho do usuário em relação a interface. Segundo a apresentação do autor Cybis (2007) sobre os critérios desenvolvidos no INRIA (Instituto Nacional de Pesquisa em Automação e Informática da França), onde são abordados os oito critérios ergonômicos criados por Scapin e Bastien em 1993, no qual este trabalho foi baseado, fazendo com que não fosse necessário o acréscimo de mais tópicos.

- **Condução:** É responsável por disponibilizar ao usuário os meios de orientação, aconselhamento, informação e condução na interação com a interface durante o procedimento. Com seus subitens sendo a agilidade, agrupamento e distinção entre itens, agrupamento e distinção por localização, agrupamento e distinção por formato, legibilidade e feedback imediato.
- **Carga de trabalho:** Está diretamente responsável pela eficiência do sistema, pois quanto mais complexo uma determinada atividade é, maior a possibilidade de o usuário cometer algum erro. O importante neste tópico é evitar o máximo de informações irrelevantes para facilitar a dinâmica do

usuário com o sistema. Possuindo a brevidade, concisão, ações mínimas e densidade informacional como seus subitens.

- **Controle explícito:** Responsável por oferecer ao usuário o controle sobre o processamento das ações do sistema. Sendo assim, reduzindo a porcentagem de erros cometidos no sistema em relação a ambiguidades e aumentando sua aceitação. Basicamente contém dois subitens, sendo eles ações explícitas e controle do usuário.
- **Adaptabilidade:** É a capacidade em que o sistema reage em relação ao contexto, necessidades e preferências do usuário, durante todo o processo. Possuindo como subitens a flexibilidade e consideração da experiência do usuário.
- **Gestão de erros:** Desenvolvimento de mecanismos capazes de realizar a correção e enviar relatórios à medida que erros acontecem, pois podem resultar em uma experiência negativa ao usuário. Com a divisão de três subitens, sendo eles, proteção contra os erros, qualidade das mensagens de erros e correção dos erros.
- **Homogeneidade/Consistência:** Consiste na formação da interface, onde ela pode conter um contexto idêntico ou diferente. Como por exemplo os procedimentos, comandos, botões, entre outros elementos, são mais intuitivos de operar, caso seu formato, localização e sintaxe sejam estáveis de uma tela para outra.
- **Significado de Códigos e denominações:** Relação entre os códigos ou nomes sobre a sua respectiva função no sistema, pois podem provocar erro de operação por parte do usuário.
- **Compatibilidade:** Refere-se à coerência entre o ambiente e o aplicativo, e também ao cruzamento das características humanas (memórias, percepções, hábitos, idade, habilidade, mobilidade), e as características de tarefas a serem executadas, organização de entradas e saídas, e comunicação.

### 3.7.2. Ergonomia Física

Para a regulamentação e definição da ergonomia física do projeto, foi utilizado como modelo a Norma Regulamentadora 17, onde a mesma é totalmente voltada para ergonomia visando estabelecer o máximo de conforto, segurança e eficiência, em relação as características fisiológicas humanas.

Em todas as áreas de uma empresa, a NR-17 estabelece regras que possibilitam aos trabalhadores exercerem suas atividades de forma eficiente e adequada, onde a ergonomia tem por finalidade a redução de riscos e esforços que possam resultar em possíveis doenças na realização de suas atividades físicas e mentais, visando o aumento da produtividade, melhor conforto, maior saúde e bem-estar.

Devido o totem necessitar ter a funcionalidade comparada ao de um computador de escritório, foram utilizados as especificações e indicações da NR17. Através dela, é possível realizar os ajustes de postura adequados para evitar doenças e obter o uso correto do produto. Na Portaria MTPS nº3751, 1990, p.4, pode se observar:

17.4.2. Nas atividades que envolvam leitura de documentos para digitação, datilografia ou mecanografia deve:

a) ser fornecido suporte adequado para documentos que possa ser ajustado proporcionando boa postura, visualização e operação, evitando movimentação frequente do pescoço e fadiga visual.

17.4.3. Os equipamentos utilizados no processamento eletrônico de dados com terminais de vídeo devem observar o seguinte:

a) condições de mobilidade suficientes para permitir o ajuste da tela do equipamento à iluminação do ambiente, protegendo-a contra reflexos, e proporcionar corretos ângulos de visibilidade ao trabalhador;  
b) o teclado deve ser independente e ter mobilidade, permitindo ao trabalhador ajustá-lo de acordo com as tarefas a serem executadas;  
c) a tela, o teclado e o suporte para documentos devem ser colocados de maneira que as distâncias olho-tela, olho-teclado e olho-documento;  
d) serem posicionados em superfícies de trabalho com altura ajustável. (Portaria MTPS nº3751,1990 p.4)

De acordo com a Portaria MTPS nº3751, 1990, na norma NR 17, para obter-se o maior conforto visual, para obter-se o maior conforto visual, é necessário que a tela esteja em uma distância entre 45cm e 70cm dos olhos, com o topo da tela alinhada horizontalmente ao raio de visão, com inclinação de 10° a 20°, e ajuste de altura, afim de atender as diferenças fisiológicas de cada pessoa e ambiente.

Também, buscando resultar na posição mais adequada para a coluna, sendo ela a 90 graus com as pernas, é recomendável a utilização de uma cadeira com ajuste de altura e encosto na região da lombar. E para a utilização das mãos e punhos, a base deverá ser entre 74 cm a 82 cm do solo, para que os equipamentos estejam em ângulos corretos e com o apoio, afim de diminuir o esforço causado pelo manuseio do equipamento.

### **3.8 Descrição de funcionamento**

O objetivo principal do projeto visa solucionar problemas comuns do dia a dia de pessoas que precisam de auxílio em seu cuidado físico e mental. Uma das soluções que esse equipamento propõe é acabar com os desacertos na ingestão de medicamentos, onde o sistema de forma automática, disponibiliza em um recipiente o medicamento correto, na hora correta, previamente cadastrados pelo responsável, sem o risco do paciente de ingerir um medicamento, o qual não foi receitado a ele. A segunda resolução do sistema busca realizar o monitoramento de testes básicos de triagem como: A medição da temperatura, frequência cardíaca e pressão arterial. O sistema reconhece o usuário pela face e logo em sequência realiza de forma automática os procedimentos listados acima. Caso o usuário não respeite os horários certos de medicação e monitoramento uma sinalização áudio visual é ativada para chamar a sua atenção. Um outro grande ponto positivo do projeto é que, com base em todas as informações colhidas o sistema concede na tela e também em um aplicativo um relatório com todas as informações/dados, sobre qual medicamento o paciente tomou e qual horário e também os valores dos testes básicos de triagem, entre outras informações, para que o responsável do usuário tenha uma supervisão correta e segura.

Para facilitar o entendimento e o funcionamento do sistema e do algoritmo que o satisfaz são apresentados nos próximos tópicos ferramentas de gestão que auxiliam na disseminação de informações e conteúdos relacionados a projetos.

### 3.8.1 UML Unified Modeling Language

Uma grande dificuldade encontrada em times de engenharia nos dias atuais é a falta de comunicação ou a inábil conversação ou detalhamento do projeto, onde as informações sobre o projeto vão se deteriorando como em um telefone sem fio. Dentro do mundo de gestão de projetos, são destacadas diversas ferramentas que auxiliam na eliminação deste problema e uma delas é a utilização do método UML.

Basicamente, UML (Unified Modeling Language) é uma linguagem de notação (um jeito de escrever, ilustrar, comunicar) para uso em projetos de sistemas. Esta linguagem é expressa através de diagramas. Cada diagrama é composto por elementos (formas gráficas usadas para os desenhos) que possuem relação entre si. Os diagramas da UML se dividem em dois grandes grupos: diagramas estruturais e diagramas comportamentais. Diagramas estruturais devem ser utilizados para especificar detalhes da estrutura do sistema (parte estática), por exemplo: classes, métodos, interfaces, na espaços, serviços, Diagramas comportamentais devem ser utilizados para especificar detalhes do comportamento do sistema (parte dinâmica), por exemplo: como as funcionalidades devem funcionar, como um processo de negócio deve ser tratado pelo sistema. (VENTURA, 2019, p[1]).

Em projetos que estão na fase de prototipagem, utiliza-se modelos para representar a ideia da melhor forma possível. Com essa base é feita a construção do protótipo. Neste projeto foi utilizado o método UML como principal ferramenta para realizar o detalhamento do software e transmitir da melhor forma as informações e detalhes do protótipo. Contudo foi utilizado os seguintes métodos e diagramas:

- Diagrama de Caso de Uso
- Diagrama de Atividades.

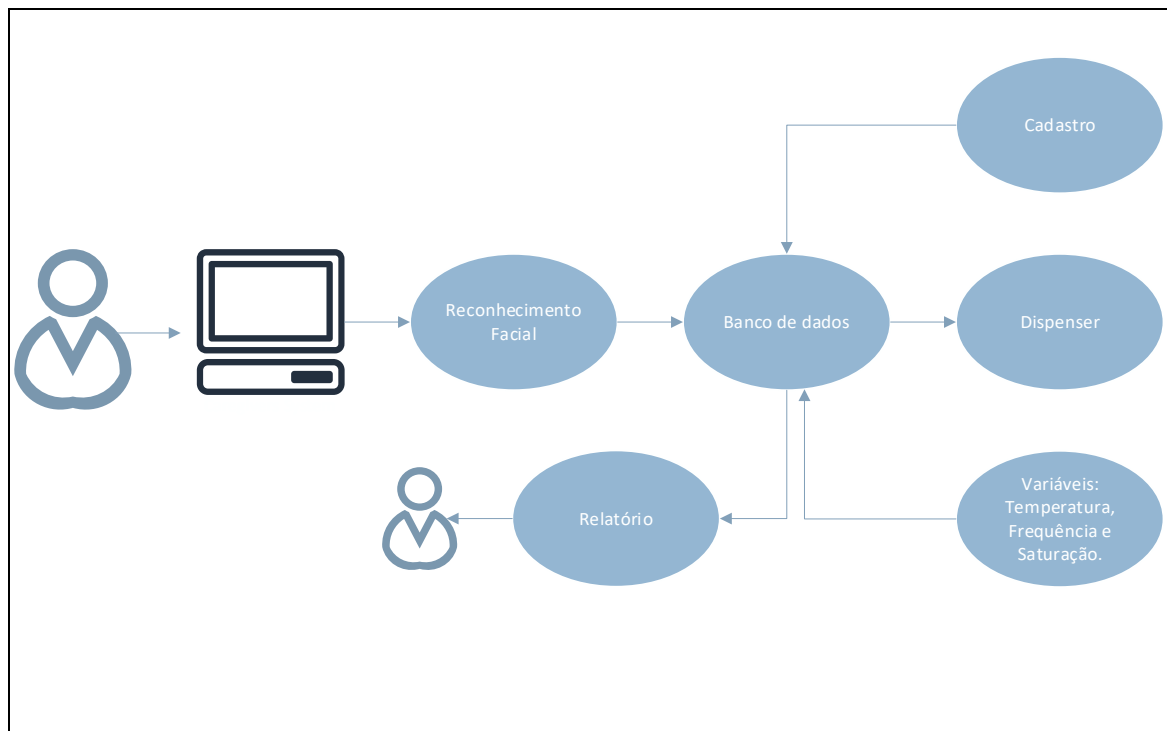
#### 3.8.1.1 Diagrama de Caso de Uso

O diagrama de caso de uso tem como principal objetivo demonstrar de forma básica todas as funcionalidades do sistema e como ele se interagir com o usuário. Esse tipo de diagrama pode se tornar muito comum, porém explicativo por si só e seu conceito é bem claro.

O Diagrama de Caso de Uso serve para representar como os casos de uso interagem entre si no sistema e com os usuários (atores), ou seja, como as funcionalidades se relacionarão umas com as outras e como serão utilizadas pelo usuário, durante o uso do sistema. O que é Caso de Uso? Vai na mesma linha. Tem como objetivo “contar a alguém”, descrever como será o uso de uma funcionalidade de um sistema. (VENTURA, 2016 a, p.[1]).

A figura 21 demonstra o diagrama de caso de uso idealizado para este projeto.

Figura 21 – Diagrama de caso



Fonte: os autores (2021).

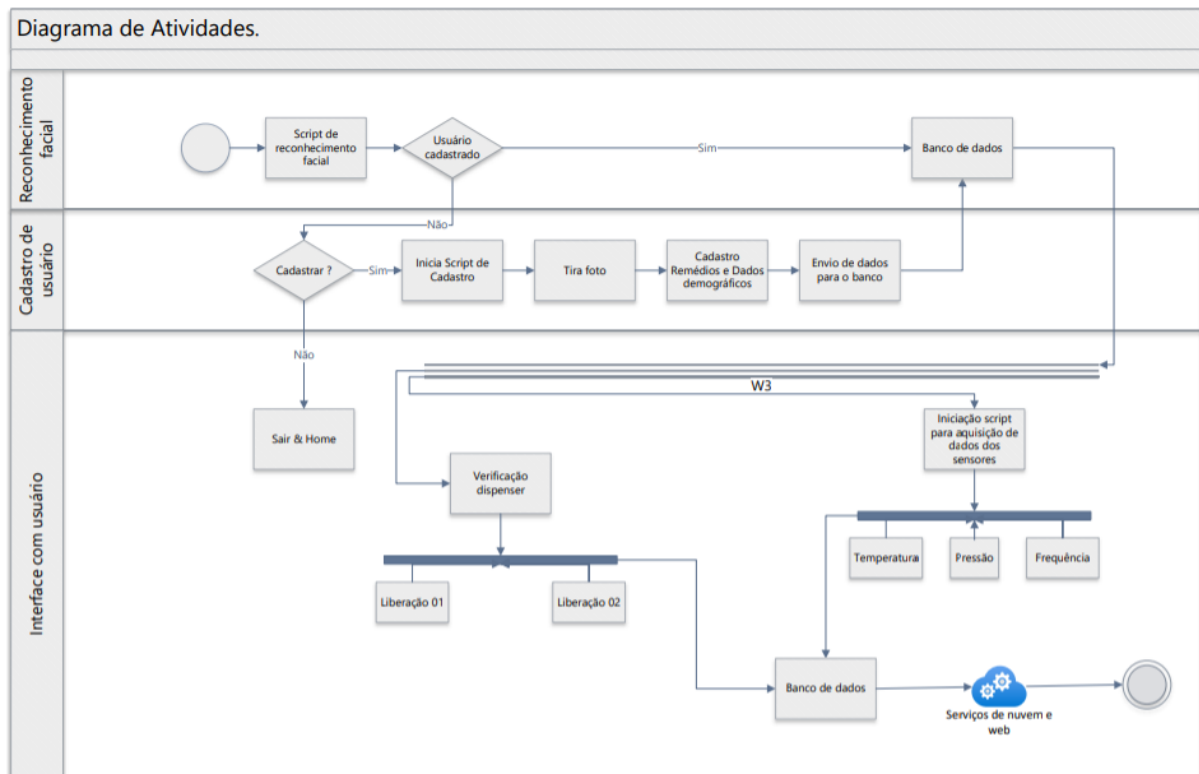
### 3.8.1.2 Diagrama de atividades

O diagrama de atividades tem como principal objetivo demonstrar o comportamento e funcionamento do software através de um pequeno diagrama, pode-se equiparar este método ao famoso fluxograma, o diagrama de atividades pretende demonstrar como é a atuação do sistema no funcionamento do produto final.

Diagrama de Atividades é um diagrama comportamental (que especifica o comportamento do software), e através dele podemos modelar partes do comportamento de um software. Em projetos de software utilizamos modelos para representar tanto a estrutura quanto o comportamento do sistema. (VENTURA, 2016 b, p[1]).

A figura 22 demonstra o diagrama de atividades idealizado para este projeto.

Figura 22 – Diagrama de atividades



Fonte: Os autores (2021).

### 3.8.1.3 Telas

Sobre às telas do software, foi pensado em cada detalhe visando maior eficiência e desempenho para o cliente final. Para isso, o software foi baseado nas metodologias entre User Interface Design (Design de Interface do Usuário) e User Experience Design (Design de Experiência do Usuário), onde os mesmos são conhecidos respectivamente pela abreviação UI e UX. Segundo Souza (2017), UI Design é a área voltada para como o usuário irá interagir com um site ou layout do software do produto, essa metodologia é basicamente estruturada a partir de ícones, botões, tipografia e cores, guiando de forma sutil os usuários a tomarem as ações necessárias de maneira natural. Já o UX trata de como o usuário/cliente se sentiu durante a navegação do produto ou serviço ou após o seu uso, para alcançar ótimos resultados, é preciso que os usos desses serviços sejam dinâmicos, de fácil acesso e com objetividade. (NEGRI, 2019). Desta maneira, a figura 22 ilustra a tela inicial do software, contendo o botão de “LOGIN”, ao clicar nesse botão, o usuário é

direcionado para a tela de login para que o mesmo consiga acessar o sistema com os seus dados cadastrados; o botão “CADASTRE-SE” tem por função abrir a tela de cadastros, onde é possível adicionar novos dados para que o software armazene os registros cadastrados; por último o botão “ARDUINO”, de maneira que ao clicar neste botão, é realizado o estabelecimento da comunicação com o microcontrolador Arduino UNO, se faz necessário clicar neste botão somente quando o sistema é inicializado e o mesmo só tem função neste determinado momento, pois é carregado um script no Raspberry Pi 4 para inicialização da comunicação serial.

Figura 23 – Tela Inicial

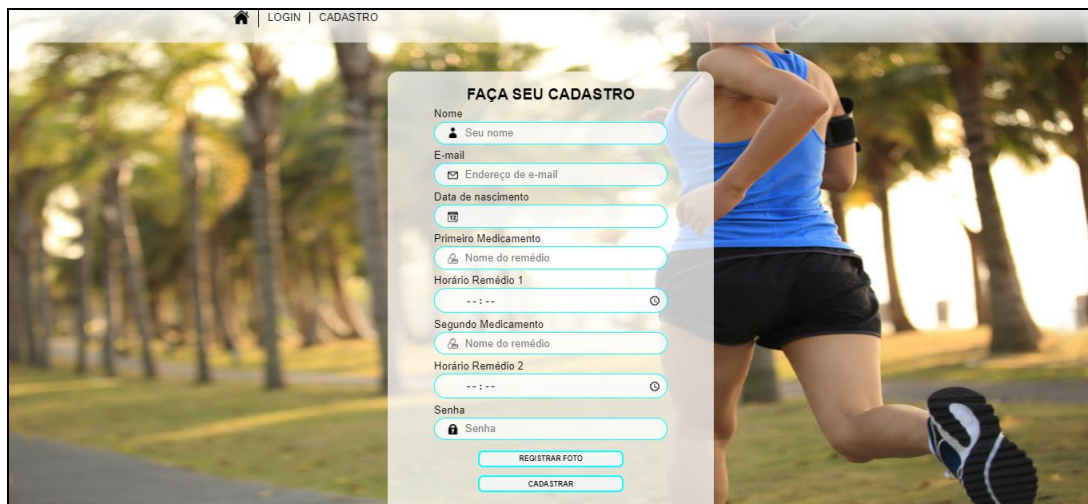


Fonte: Os autores (2021).

Na figura 24 é demonstrada a tela de cadastros, que é aberta quando clicado no botão “CADASTRE-SE” na tela inicial, desta forma, o usuário adiciona os seus dados pessoais, tais como: Nome, e-mail, data de nascimento, nomenclatura e horário da medicação a ser ingerida pelo usuário, é possível adicionar até duas medicações e dois horários de ingestão, além disso, o usuário consegue inserir uma senha que deve conter no máximo até 8 caracteres, para que seja garantida a segurança e privacidade dos dados pessoais que foram armazenados no software, por fim, ao clicar no botão “REGISTRAR FOTO”, é aberta uma tela onde a luminária e a câmera do protótipo são acionadas para que a foto capturada pelo software tenha as perfeitas condições de uso no reconhecimento facial no momento de login, após a foto ser capturada e registrada pelo software, o usuário é redirecionado novamente a tela de cadastros para que o mesmo possa finalizar seu cadastro clicando no botão “CADASTRAR”, após a conclusão do cadastro, o usuário é

direcionado para a tela de relatórios, essa tela também foi detalhada ao decorrer deste documento.

Figura 24 – Tela de cadastro



The screenshot displays a registration form titled "FAÇA SEU CADASTRO" on a mobile application interface. The background is a blurred image of a person running in a park. The form fields are as follows:

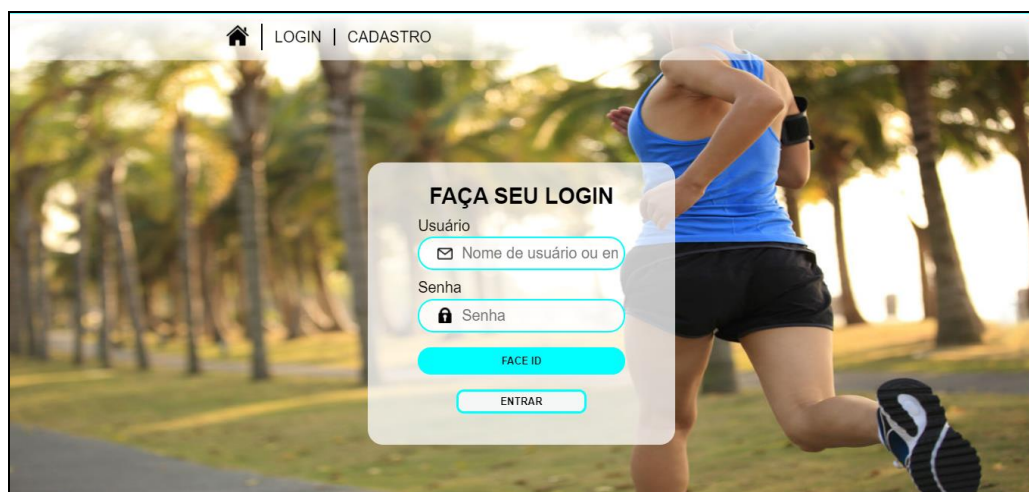
- Nome: Input field with a person icon.
- E-mail: Input field with an envelope icon.
- Data de nascimento: Date picker.
- Primeiro Medicamento: Input field with a pill icon.
- Horário Remédio 1: Time picker.
- Segundo Medicamento: Input field with a pill icon.
- Horário Remédio 2: Time picker.
- Senha: Input field with a lock icon.

At the bottom of the form, there are two buttons: "REGISTRAR FOTO" and "CADASTRAR". The top navigation bar shows a home icon, "LOGIN", and "CADASTRO".

Fonte: Os autores (2021).

A figura 25 ilustra a tela de login, de forma que o usuário possa digitar seu nome ou e-mail, tal como sua senha previamente cadastrada na tela de cadastros e por fim clicar no botão “ENTRAR” para poder acessar o software, é possível também acessar o software através do botão “FACE ID”, ao clicar neste botão, a luminária e a câmera do protótipo são acionadas, assim como o sistema de banco de dados que busca as fotos dos usuários previamente registradas e autoriza ou nega o acesso de quem está a tentar acessar o software por este meio.

Figura 25 – Tela de login



The screenshot displays a login form titled "FAÇA SEU LOGIN" on a mobile application interface. The background is a blurred image of a person running in a park. The form fields are as follows:

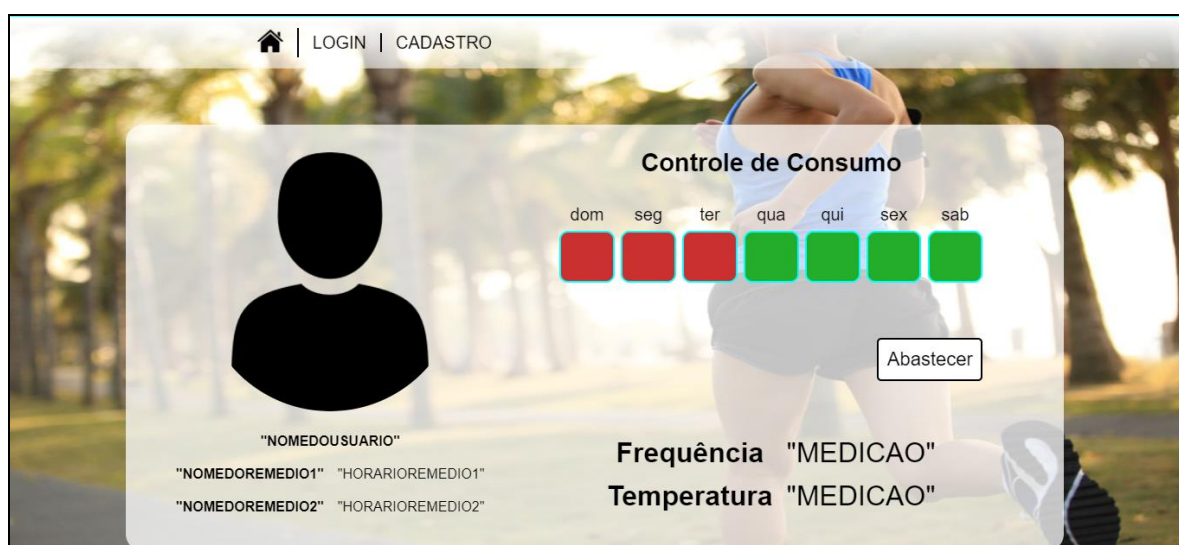
- Usuário: Input field with an envelope icon.
- Senha: Input field with a lock icon.

At the bottom of the form, there are two buttons: "FACE ID" and "ENTRAR". The top navigation bar shows a home icon, "LOGIN", and "CADASTRO".

Fonte: Os autores (2021).

Na figura 26, é demonstrada a tela de relatórios, contendo a foto do usuário registrada pelo software, nome do usuário, nomenclatura e horário da medicação a ser ingerida pelo usuário, assim como é indicada a medição de frequência cardíaca e temperatura corporal, no que se diz respeito ao controle de consumo, caso o quadrado referente ao dia da semana estiver em vermelho indica que a medicação já foi ingerida, caso o quadrado esteja em verde indica que a medicação deverá ser ingerida nos respectivos dias indicados pelo controle de consumo. O botão “ABASTECER” tem por função chamar o script para recarga das medicações no disco do dispenser. Vale ressaltar que esta rotina de reabastecimento pode ser feita através deste botão ou no momento em que o sistema verificar que não existem mais medicações nos discos dos dispenser. A rotina deste script de reabastecimento é finalizada quando o disco do dispenser estiver completamente reabastecido.

Figura 26 – Tela de relatórios



Fonte: Os autores (2021).

### 3.8.1.4 Programação

Após pesquisas e estudos, foram definidos os sensores adequados para a construção do totem, abaixo são apresentadas as programações em linguagem C++ desenvolvidas para controlar a parte do sistema que utiliza o Arduino.

O MLX90614 é um sensor de alta precisão capaz de fazer simultaneamente a leitura da temperatura ambiente e de objetos ou temperatura corporal sem que seja necessário o contato direto com o sensor.

A seguir, adotou-se apenas a leitura da temperatura corporal conforme a variável temp na programação abaixo.

```
//Sensor de temperatura I2C MLX90614 Arduino

#include <Wire.h>
#include <Adafruit_MLX90614.h>

Adafruit_MLX90614 mlx = Adafruit_MLX90614();
double temp;

void setup()
{
  Serial.begin(9600);
  Serial.println("Sensor de temperatura MLX90614");

  //Inicializa o MLX90614
  mlx.begin();
}

void loop()
{
  //Leitura da temperatura do paciente
  temp = mlx.readObjectTempC();

  //Mostra as leituras no Serial Monitor
  Serial.print("*Objeto = ");
  Serial.print(temp);
  Serial.println("*C");

  //Aguarda 1 segundo ate nova leitura
  delay(1000);
}
```

Já o MAX30100 é um sensor de oximetria que pode medir o oxigênio no sangue e a frequência cardíaca, ele possui dois LEDs, um deles emitindo luz vermelha e o outro luz infravermelha, onde para a leitura da pulsação apenas esta é necessária e para os níveis de oxigênio ambas as luzes são usadas.

Para a leitura de oximetria pequenos feixes de luz passam pelo sangue do dedo medindo a quantidade de oxigênio usando as mudanças na absorção de luz no sangue oxigenado ou desoxigenado. Já para a frequência cardíaca quando o coração bombeia sangue, há um aumento no sangue oxigenado, à medida que o coração relaxa o volume de sangue oxigenado também diminui, com o tempo entre o aumento e queda do sangue oxigenado a pulsação é determinada.

O sangue oxigenado absorve mais luz infravermelha e passa mais luz vermelha, enquanto o sangue desoxigenado absorve a luz vermelha e passa mais luz infravermelha. O sensor lê os níveis de absorção de ambas as fontes de luz e armazena-os em um buffer que pode ser lido via I2C.

A seguir é abordada a programação do sensor que mostrará os resultados das leituras em porcentagem para a SpO2 que é a concentração de oxigênio no sangue e a frequência cardíaca/pulso medida em BPM.

```
//Sensor Oxímetro I2C MAX30100 Arduino
```

```
#include <Wire.h>
```

```
#include "MAX30100_PulseOximeter.h"
```

```
#define REPORTING_PERIOD_MS 1000
```

```
PulseOximeter pox;
```

```
uint32_t tsLastReport = 0;
```

```
void onBeatDetected()
```

```
{
  Serial.println("Beat!");
}
```

```
void setup()
```

```
{
  Serial.begin(115200);
  Serial.print("Inicializando oxímetro");
```

```
// Inicializa o Oxímetro e verifica se houve falha ou sucesso na comunicação
```

```
if (!pox.begin()) {
  Serial.println("Falha");
  for(;;);
}
```

```

    } else {
        Serial.println("Sucesso");
    }
    pox.setIRLedCurrent(MAX30100_LED_CURR_7_6MA);

    // Registra o retorno da chamada de detecção de beat
    pox.setOnBeatDetectedCallback(onBeatDetected);
}

void loop()
{
    // Realizando a leitura do sensor e mostrando no Monitor Serial
    pox.update();
    if (millis() - tsLastReport > REPORTING_PERIOD_MS) {
        Serial.print("Frequência cardíaca:");
        Serial.print(pox.getHeartRate());
        Serial.print("bpm / Oxigenação:");
        Serial.print(pox.getSpO2());
        Serial.println("%");

        tsLastReport = millis();
    }
}

```

O Servo Motor MG996R Tower Pro é um tipo de motor eletrônico, que além de ser considerado um servo com centralização perfeita possui maior precisão e segurança durante o uso capaz de promover rotações de 180°. Este foi utilizado para o controle de rotação do dispenser, onde conforme a programação abaixo a cada vez que o usuário pressionar um dos botões físico ou da IHM, onde acrescido 30° para fazer o reabastecimento ou reduzido 30° para despejo do dispenser indo de 0 a 180°.

```
#include <Servo.h>
```

```
Servo myservo;
```

```
int servoPos;
int pos1;
int pos2;
int grau = 30;
```

```
const int habilita_rea = 6; //PINO DIGITAL UTILIZADO PARA HABILITAR
REABASTECIMENTO
```

```
const int pinoSensor = 7; //PINO DIGITAL UTILIZADO PELO SENSOR
```

```
const int button_despeja = 8; //PINO DIGITAL UTILIZADO PELO BOTÃO FÍSICO
PARA DESPEJAR COMPRIMIDO
```

```

const int horario = 10; //PINO DIGITAL UTILIZADO PELO HORARIO DE DESPEJO

int conta; // VARIÁVEL PARA CONTAGEM DE COMPRIMIDO

void setup()
{
  myservo.attach(9); // PINO DE DADOS DO SERVO CONECTADO AO PINO 9 DO
  ARDUINO
  myservo.write(0);
  pinMode(habilita_rea, INPUT_PULLUP); //DEFINE O PINO COMO ENTRADA /
  "_PULLUP" É PARA ATIVAR O RESISTOR INTERNO DO ARDUINO PARA
  GARANTIR QUE NÃO EXISTA FLUTUAÇÃO ENTRE 0 (LOW) E 1 (HIGH)
  pinMode(pinoSensor, INPUT_PULLUP); //DEFINE O PINO COMO ENTRADA /
  "_PULLUP" É PARA ATIVAR O RESISTOR INTERNO DO ARDUINO PARA
  GARANTIR QUE NÃO EXISTA FLUTUAÇÃO ENTRE 0 (LOW) E 1 (HIGH)
  pinMode(button_despeja, INPUT_PULLUP); //DEFINE O PINO COMO ENTRADA /
  "_PULLUP" É PARA ATIVAR O RESISTOR INTERNO DO ARDUINO PARA
  GARANTIR QUE NÃO EXISTA FLUTUAÇÃO ENTRE 0 (LOW) E 1 (HIGH)
  pinMode(horario, INPUT_PULLUP); //DEFINE O PINO COMO ENTRADA /
  "_PULLUP" É PARA ATIVAR O RESISTOR INTERNO DO ARDUINO PARA
  GARANTIR QUE NÃO EXISTA FLUTUAÇÃO ENTRE 0 (LOW) E 1 (HIGH)
}

void loop()
{
  while ((digitalRead(habilita_rea) == LOW))
  {
    if(digitalRead(pinoSensor) == LOW) //SE A LEITURA DO SENSOR FOR IGUAL A
    LOW E A CONTAGEM ESTIVER ZERADA
    {
      servoPos = myservo.read();
      pos1 = servoPos + grau;
      myservo.write(pos1); //MOVE O SERVO PARA O ANGULO DE 30 GRAUS
      conta++;
      delay(500);
    }
  }
  servoPos = myservo.read();
  if (digitalRead(habilita_rea) == HIGH)
  {
    if((digitalRead(button_despeja) == LOW) || (digitalRead(horario) == LOW))
    {
      servoPos = myservo.read();
      pos2 = servoPos - grau;
      myservo.write(pos2); //MOVE O SERVO PARA O ANGULO DE 30 GRAUS
      conta--;
      delay(500);
    }
  }
}
}

```

Diante disso, apresentada a programação do nodeMCu para passagem dos valores via WIFI, onde é composto pelos seguintes fatores o software principal:

- Solicitar as variáveis;
- Tratar a variável recebida;
- Jogar a variável no banco.

Programação no NODE:

```
#include <ESP8266WiFi.h>
#include <WiFiClient.h>
#include <ESP8266WebServer.h>
#include <ESP8266mDNS.h>
```

```
const char* ssid = "<nome rede wifi>";
const char* password = "<senha rede wifi>";
```

```
ESP8266WebServer server(80);
```

```
void handleRoot() {
  String oxi = <variável valor oxi>;
  String freq = <variável valor frequência>;
  String temperatura = <variável valor temperatura>;
  int dispenservalor = <variável contagem dispenser>;

  server.send(200, "text/plain",
"vloxi="+oxi+"?"+"vlfreq="+freq+"?"+"vltemp="+temperatura+"?"+"vldisp="+dispenservalor); // 70.0e23.0
}
```

```
void handleNotFound(){
  String message = "File Not Found\n";
  server.send(404, "text/plain", message);
}
```

```
void setup(void){

  Serial.begin(115200);
  WiFi.mode(WIFI_STA);
  WiFi.begin(ssid, password);
  Serial.println("");

  // Wait for connection
  while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(500);
```

```

    Serial.print(".");
}
Serial.println("");
Serial.print("Connected to ");
Serial.println(ssid);
Serial.print("IP address: ");
Serial.println(WiFi.localIP());

if (MDNS.begin("esp8266")) {
    Serial.println("MDNS responder started");
}

server.on("/", handleRoot);

server.onNotFound(handleNotFound);

server.begin();
Serial.println("HTTP server started");
}

void loop(void){
    server.handleClient();
    delay(1500);
}

```

Para se comunicar com o node, precisa-se do seu endereço de ip na rede. Sabendo o endereço no programa principal, é possível realizar uma solicitação para este ip que retorna em um pacote de string, os valores dos sensores e do dispenser.

Programação principal que pega os valores do node:

```

using APINodeMcu.Data;
using APINodeMcu.Models;
using Microsoft.AspNetCore.Mvc;
using System;
using System.Net.Http;
using System.Threading.Tasks;

namespace APINodeMcu.Controllers
{
    [ApiController]
    [Route("[Controller]")]

    public class NodeController : ControllerBase
    {

```

```

private NodeContext _nodecontext;

public NodeController(NodeContext context)
{
    _nodecontext = context;
}

string resultado = "";

[HttpGet]
public async Task ExecutarAsync()
{
    string ipNode = "http://192.168.43.205/"; //IP NodeMCU

    using (var cliente = new HttpClient())
    {
        cliente.BaseAddress = new Uri(ipNode);
        cliente.DefaultRequestHeaders.Accept.Clear();
        HttpResponseMessage response = await cliente.GetAsync("/");
        if (response.IsSuccessStatusCode)
        {

            resultado = await cliente.GetStringAsync(ipNode);

            Console.WriteLine(resultado);
        }
    }

    //Método de limpeza da string recebida

    ExtraiTexto extraiNode = new ExtraiTexto();

    string valorTemp = extraiNode.GetValorTEMP(resultado);
    string valorOxi = extraiNode.GetValorOXI(resultado);
    string valorFreq = extraiNode.GetValorFREQ(resultado);
    int valorDisp = extraiNode.GetValorDISP(resultado);

    // Criação de um objeto
    var valoresnode = new Dataesp(valorOxi, valorFreq, valorDisp, valorTemp);

}

```

```

//Enviando para o banco de dados.
private IActionResult Adicionar(Dataesp valoresnode)
{
    _nodecontext.DataEsp.Add(valoresnode);
    _nodecontext.SaveChanges();
    return null;
}
}
}
}

```

Quando se recebe a string completa os valores do nodeMCU, conforme dito anteriormente a mesma vem com os valores de todos os sensores e dispenser em uma única variável de texto. Para saber como separar os valores de cada sensor, no objeto de texto enviado pelo nodeMcu, realiza-se a separação dos valores utilizando a simbologia de um “&” (“E” comercial). No software principal foi possível criar uma classe que realiza o filtro do texto recebido pelo nodeMcu e organiza os valores em suas respectivas variáveis. Dentro do programa principal instanciou-se essa classe de filtragem e passou-se o valor da string recebida e ao final temos os valores separados em suas respectivas variáveis.

Código de filtragem de string recebida:

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.Linq;
using System.Threading.Tasks;

namespace APINodeMcu
{
    public class ExtraiTexto
    {
        int resultadoInt;

        public string GetValorOXI(string nomeParametro)
        {
            string termo = "vloxi="; // vloxi=
            int indiceTermo = nomeParametro.IndexOf(termo); // x

            string resultado = nomeParametro.Substring(indiceTermo + termo.Length); //
dolar
            int indiceEComercial = resultado.IndexOf('?');

```

```

    if (indiceEComercial == -1)
    {
        return resultado;
    }

    return resultado.Remove(indiceEComercial);
}

```

```

public string GetValorTEMP(string nomeParametro)
{
    string termo = "vltemp="; // vloxi=
    int indiceTermo = nomeParametro.IndexOf(termo); // x

    string resultado = nomeParametro.Substring(indiceTermo + termo.Length); //
dolar
    int indiceEComercial = resultado.IndexOf('?');

    if (indiceEComercial == -1)
    {
        return resultado;
    }

    return resultado.Remove(indiceEComercial);
}

```

```

public string GetValorFREQ(string nomeParametro)
{
    string termo = "vlfreq="; // vloxi=
    int indiceTermo = nomeParametro.IndexOf(termo); // x

    string resultado = nomeParametro.Substring(indiceTermo + termo.Length); //
dolar
    int indiceEComercial = resultado.IndexOf('?');

    if (indiceEComercial == -1)
    {
        return resultado;
    }

    return resultado.Remove(indiceEComercial);
}

```

```

public int GetValorDISP(string nomeParametro)
{
    string termo = "vldisp="; // vloxi=
    int indiceTermo = nomeParametro.IndexOf(termo); // x

```

```

        string resultado = nomeParametro.Substring(indiceTermo + termo.Length); //
dolar
        int indiceEComercial = resultado.IndexOf('?');

        if (indiceEComercial == -1)
        {
            resultadoInt = Int32.Parse(resultado);
            return resultadoInt;
        }

        string resultadoRemE = resultado.Remove(indiceEComercial);
        resultadoInt = Int32.Parse(resultadoRemE);
        return resultadoInt;

    }

}
}

```

Por fim, antes de jogar os valores para o banco de dados, temos a construção de um modelo, contendo um formato exato a ser seguido. Esse modelo serve de exemplo de como criar um objeto antes de enviar para o banco de dados, sendo assim, contendo regras para ser criado.

Modelo de dados para ser enviado ao banco:

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel.DataAnnotations;
using System.Linq;
using System.Threading.Tasks;

namespace APINodeMcu.Models
{
    public class Dataesp
    {
        //Construtor do método a ser seguido como regra, o mesmo pode ser observado no
        //controller de requisição, onde instanciamos um objeto e passamos os valores
        //necessários.

        public Dataesp(string oxiValor, string freqValor, int dispValor, string tempValor)
        {

            this.oxiValor = oxiValor;

```

```

        this.freqValor = freqValor;
        this.dispValor = dispValor;
        this.tempValor = tempValor;
    }

    [Key]
    [Required]
    public int Id { get; set; }

    [Required]
    public string oxiValor { get; set; }

    [Required]
    public string freqValor { get; set; }

    [Required]
    public int dispValor { get; set; }

    [Required]
    public string tempValor { get; set; }

    }
}

```

Diferentemente de aquisição de dados dos sensores e do estoque os equipamentos e as rotinas de comando de ações do dispenser são feitas através de uma comunicação serial via cabo, onde garante uma melhor exatidão para realizar o despejo de medicamento.

Código do Arduino para realizar o despejo:

```

#include <Servo.h>

Servo myservo;

int servoPos;
int pos1;
int grau = 10;
int conta = 0; // VARIÁVEL PARA CONTAGEM DE COMPRIMIDO
int conta_inicia;
int conta_despeja;

```

```

int habilita_rea = 6; //PINO DIGITAL UTILIZADO PARA HABILITAR
REABASTECIMENTO
int pinoSensor = 8; //PINO DIGITAL UTILIZADO PELO SENSOR
int button_despeja = 7;
int abastece = 10;

String command;

String msginicia = "Estou no inicia";
String msginicia2 = "+1 medicamento";
String msgOK = "ok";

void setup() {

    Serial.begin(9600);
    myservo.attach(9); // PINO DE DADOS DO SERVO CONECTADO AO PINO 9
DO ARDUINO
    myservo.write(0); //Joga servo para pos 0
    servoPos = myservo.read(); //Le o último valor passado

    pinMode(habilita_rea, INPUT_PULLUP); //DEFINE O PINO COMO ENTRADA /
"_PULLUP" É PARA ATIVAR O RESISTOR INTERNO DO ARDUINO PARA
GARANTIR QUE NÃO EXISTA FLUTUAÇÃO ENTRE 0 (LOW) E 1 (HIGH)
    pinMode(pinoSensor, INPUT_PULLUP);
    pinMode(button_despeja, INPUT_PULLUP); //DEFINE O PINO COMO
ENTRADA / "_PULLUP" É PARA ATIVAR O RESISTOR INTERNO DO ARDUINO
PARA GARANTIR QUE NÃO EXISTA FLUTUAÇÃO ENTRE 0 (LOW) E 1 (HIGH)
    pinMode(abastece, INPUT_PULLUP);

    conta_inicia = 0;
    conta = inicia();
    conta_despeja = 0;

}

void loop() {

if(Serial.available()>0){
    command = Serial.readString();

    if(command == "on1")
    {
        static int contaDisp = 0;

```

```

        contaDisp = despeja();
        contaDisp = conta;
        Serial.print(msgOK);
    }

    if(command == "on2")
    {
        static int contaAbastece;
        conta = abastececimento();
        Serial.println("Valor conta após abastecimento");
        Serial.println(conta);
        delay(500);
    }
    delay(1000);
}
}

// ROTINA DE INICIALIZAÇÃO, PARA REALIZAR O ABASTECIMENTO DO
// DISPENSER PELA PRIMEIRA VEZ.
int inicia()
{
    Serial.println(msginicia);

    while (conta_inicia < 7)
    {
        if(digitalRead(pinoSensor) == LOW) //SE A LEITURA DO SENSOR FOR IGUAL
        A LOW E A CONTAGEM ESTIVER ZERADA
        {
            servoPos = myservo.read();
            pos1 = servoPos + grau;
            myservo.write(pos1); //MOVE O SERVO PARA O ANGULO DE 30 GRAUS
            conta_inicia++;
            Serial.println(msginicia2);
            Serial.println(conta_inicia);
            delay(500);
        }
    }
}

return conta_inicia;
}

// ROTINA DE DESPEJO DE MEDICAMENTO

```

```

int despeja()
{

servoPos = myservo.read();
pos1 = servoPos - grau;
myservo.write(pos1); //MOVE O SERVO PARA O ANGULO DE 30 GRAUS
conta--;
delay(500);
Serial.print(msgOK);
delay(500);

return conta;
}

//ROTINA DE ABASTECIMENTO DO DISPENSER
int abasteceimento()
{
while (conta < 7)
{
Serial.println("Entrei no abastece");
if(digitalRead(pinoSensor) == LOW) //SE A LEITURA DO SENSOR FOR IGUAL
A LOW E A CONTAGEM ESTIVER ZERADA
{
servoPos = myservo.read();
pos1 = servoPos + grau;
myservo.write(pos1); //MOVE O SERVO PARA O ANGULO DE 30 GRAUS
conta++;
Serial.print("+1 Medicamento Abastecido");
Serial.print("Estoque");
Serial.println(conta);
delay(500);
}
}
return conta;
}

```

No programa principal, os comandos para realizar o despejo é feito da seguinte maneira:

```

using System.IO.Ports;

namespace ArduinoControl.library
{
public class SerialPortConnector
{
private readonly int _baudRate = 9600;

```

```

private readonly string _portName = "COM8";
public string dataRecebido;
string tentandoImpri;

SerialPort serialPort = new SerialPort("COM8", 9600);
}

```

Em sequência, temos os métodos onde enviamos a mensagem para o Arduino através do método Send.

```

public void Send(string command)
{
    serialPort.Open();
    serialPort.Write(command);
}
}
}

```

O tipo de comando a ser enviado é gerado pelo frontend nas telas demonstradas para o usuário, para realizar a aquisição desses valores utilizamos um controller web.

Controller:

```

using System;
using System.Diagnostics;
using Microsoft.AspNetCore.Mvc;
using Microsoft.Extensions.Logging;
using ArduinoControl.Models;
using ArduinoControl.library;

namespace ArduinoControl.Controllers
{
    public class ArduinoController : Controller
    {
        private readonly ILogger<ArduinoController> _logger;
        private SerialPortConnector _serialPortConnector;

        public ArduinoController(ILogger<ArduinoController> logger)
        {
            _logger = logger;

```

```
    _serialPortConnector = new SerialPortConnector();
}

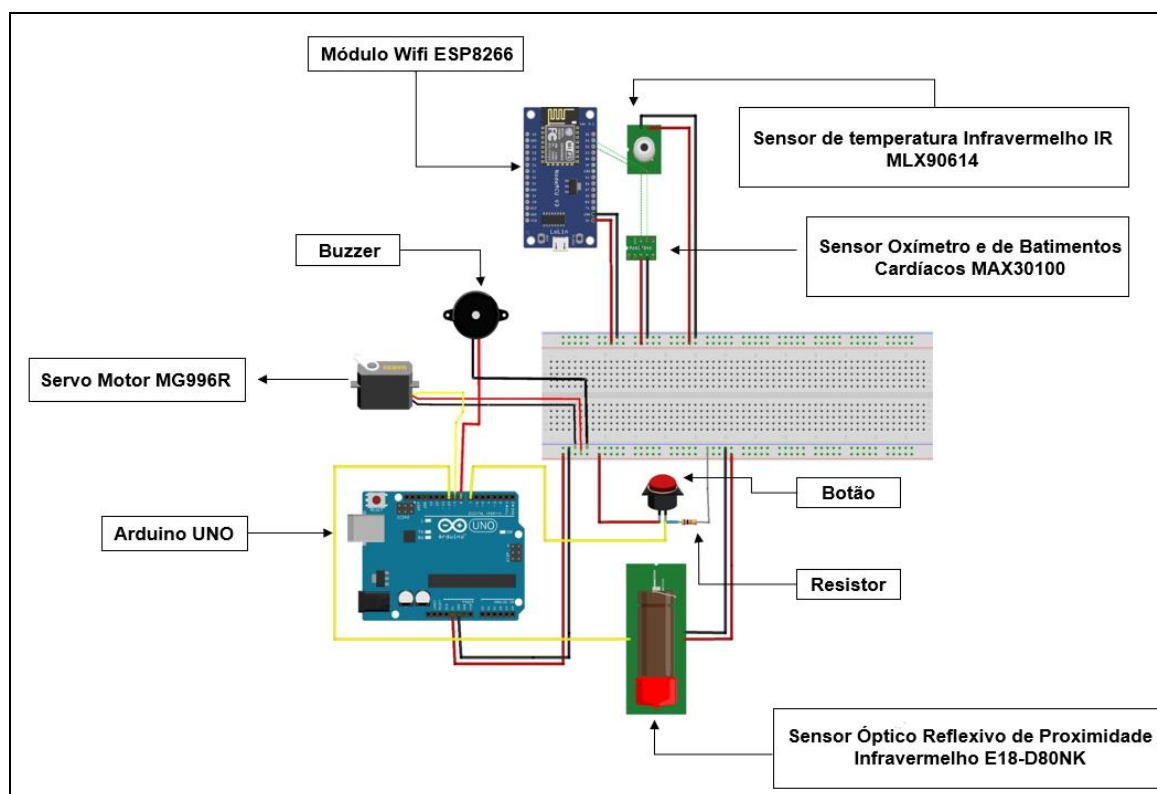
public IActionResult Index()
{
    return View();
}

public IActionResult Send(string command)
{
    try
    {
        _serialPortConnector.Send(command);
        return Ok("sent");
    }
    catch (Exception)
    {
        return BadRequest("failed");
    }
}
```

### 3.9 Layout Elétrico do Projeto

Na figura 27, é apresentado o layout elétrico do projeto.

Figura 27 – Layout Elétrico do Projeto



Fonte: Os autores (2021).

Dentre o esquema do projeto, temos a atuação de dois microcontroladores, são eles: O ESP8266 NodeMCU e o ArduinoUNO, ambos são programados na IDE do Arduino. Os microcontroladores funcionam como escravos para o sistema principal, sendo seus comandos enviados através do protocolo serial ou por HTTP via Wifi.

Para a realização da leitura dos valores dos sensores, utilizamos o ESP8266, ele é responsável por realizar a aquisição de dados de todos os sensores que estão dentro da sua rede I2C. Os pinos configuráveis no ESP8266 para serem o SCL e SDA da rede I2C, são os pinos D1 e D2. Sendo assim, quando o ESP8266 recebe o GET HTTP do sistema principal, o mesmo inicia a leitura dos sensores em sua rede I2C e depois envia em formato de texto a resposta para o protocolo HTTP.

Para executar o controle do dispenser (servo), utilizamos o Arduino UNO. O mesmo também é responsável por realizar o disparo do alarme sonoro, do botão de despejo de emergência e realizar o monitoramento de passagem de remédio pelo compartimento de reabastecimento. Quando o Arduino recebe uma string de comando em sua porta serial, o mesmo avalia aquela string e através do nó de switch case dentro da programação define qual comando é realizado. O pino conectado ao servo tem que ser um pino particular que contenha a saída pwm e para o alarme sonoro podemos utilizar qualquer outra, apenas configurando a mesma em software. Para o botão e o sensor de passagem de remédios, utilizamos entradas digitais configuradas via software.

Contudo, ambos os microcontroladores são utilizados como escravos pelo sistema tendo as suas comunicações distintas para uma melhor otimização assíncrona entre a aquisição de dados e o despejo de medicamento.

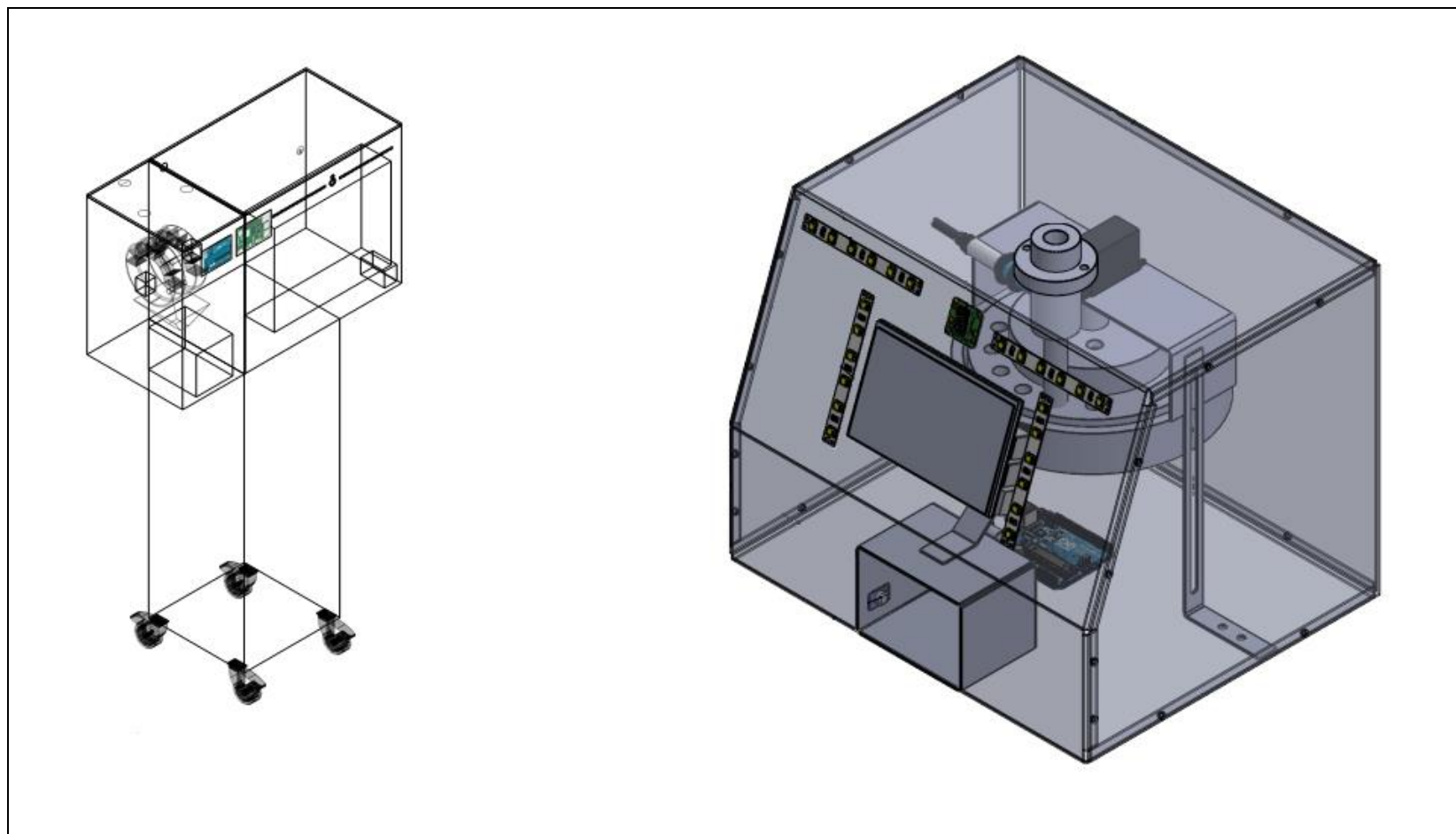
### **3.10 Layout Mecânico do Projeto**

A seguir o croqui do projeto e sua estrutura detalhada.

#### **3.10.1 Perspectiva Inicial x Atual**

Para efetivar o projeto, em questão de confiabilidade, foram usados um dos maiores e melhores programas de projetos e engenharia do mercado mundial. Auxiliando a seleção e estudando a performance do equipamento para esse tipo de processo, inicialmente foi utilizado Auto Cad 3D que é um programa para executar projetos em visão com três dimensões, logo após para consolidar o projeto com algumas modificações foi usado Solid Works, tendo uma vasta eficiência em questão de diagnosticar e efetuar testes antes do seu projeto adquirir uma forma física. De início, sua estrutura era composta por uma base de apoio com rodízios com trava para ser feita sua locomoção, composto por dois servomotores para a realização da movimentação de dois discos para dispensar os remédios. A figura 28, ao lado esquerdo refere-se a proposta original, já o lado da direita refere-se a proposta atual.

Figura 28 – Totem Perspectiva Esboço Inicial X Atual

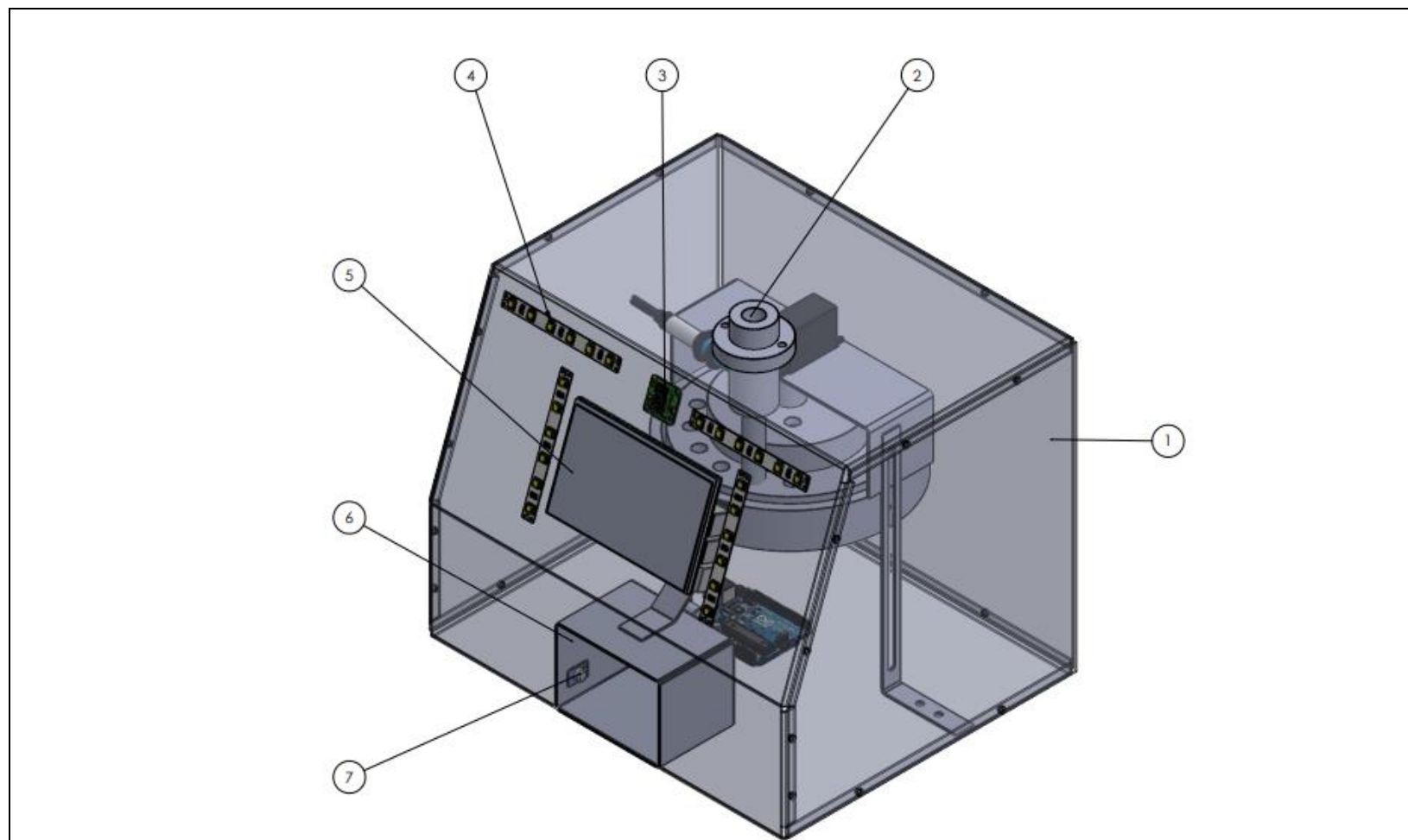


Fonte: Os autores (2021).

### **3.10.2 Estrutura**

Na parte estrutural do equipamento, foi pensado em cada detalhe visando mobilidade e eficiência na utilização do mesmo. Foram utilizados materiais próprios para esse tipo de produto, com pensamento no melhor desempenho para o cliente final, além de atender os quesitos normativos de ergonomia necessários para estes fins. Na figura 29 estão numerados os componentes de 1 a 7, que demonstram a visão estrutural do equipamento e são descritos individualmente logo após a figura, sendo eles:

Figura 29 – Estrutura do equipamento

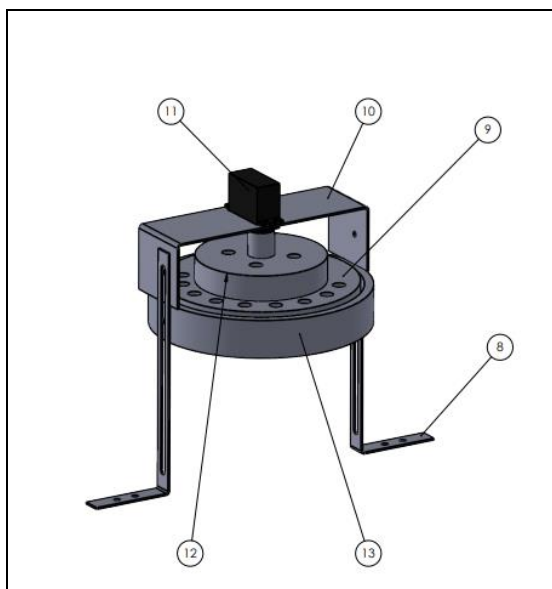


Fonte: Os autores (2021).

- Ícone 1 – (Estrutura do equipamento) – Constituída de material reforçado para garantir a robustez/estabilidade do equipamento e proteger os componentes internos.
- Ícone 2 – (Compartimento de reabastecimento de comprimidos) – Local onde é possível realizar o reabastecimento das medicações, além de abrigar o sensor responsável por indicar a presença de adição dos comprimidos no momento de reabastecimento.
- Ícone 3 – (Câmera de reconhecimento facial) – Executa o reconhecimento facial para que ocorra a inicialização do programa do projeto, fixada em posição estratégica próxima da iluminação para uma melhor captação da imagem do cliente no momento de uso do equipamento.
- Ícone 4 – (Iluminação com LED) – Fitas de LED dispostas de forma horizontal e vertical afim de facilitar o reconhecimento facial. Essa iluminação estará ligada somente no momento do reconhecimento facial, nos demais momentos a mesma permanecerá desligada em “standby”, até o momento em que seja necessário um novo reconhecimento facial.
- Ícone 5 – (IHM) – Tela Touchscreen LCD de 7 polegadas que indica todo o processo do sistema, indicando alarmes, nomenclatura das medicações que serão ingeridas pelo cliente, além de indicar as medições efetuadas pelos sensores de batimento cardíaco, saturação e temperatura corporal.
- Ícone 6 – (Dispenser para copo) – Local onde é esperado a realização do despejo do comprimido (necessário ter um copo na posição para aguardar o despejo da medicação).
- Ícone 7 – (Sensor de temperatura infravermelho) – Componente fixado em posição estratégica para executar a leitura da temperatura de maneira que o feixe infravermelho esteja direcionado ao pulso do cliente no momento de uso do equipamento.

De acordo com a figura 30, estão numerados os componentes de 8 a 13, que demonstram a visão estrutural dos suportes, tanto do dispenser como também do servomotor e são descritos individualmente logo após a figura, sendo eles:

Figura 30 – Visão estrutural dos suportes



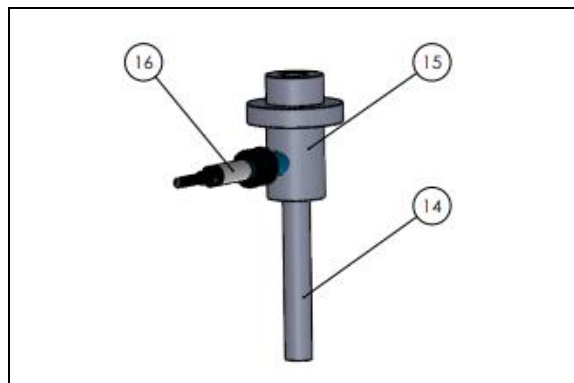
Fonte: Os autores (2021).

- Ícone 8 – (Suporte do dispenser) – Barra chata de apoio em “L”, com furações na base de sua estrutura e oblongada em seu comprimento para que seja possível fixar todo o sistema de manipulação de comprimidos e com isso garantir uma boa sustentação dos componentes.
- Ícone 9 – (Disco do dispenser de comprimidos) – Disco de comprimidos confeccionado em plástico ABS para armazenar as cápsulas de uma determinada medicação.
- Ícone 10 – (Suporte de fixação do servomotor) – Peça fixada ao suporte do dispenser, para garantir ótima fixação e acoplamento do servomotor nas demais peças do protótipo.
- Ícone 11 – (Servomotor) – Realiza a movimentação do disco de comprimidos de tal forma que o servomotor pare e permaneça na posição para a liberação do comprimido na parte inferior do disco ou ainda que o mesmo faça o movimento inverso de forma coordenada para reabastecimento dos comprimidos.

- Ícone 12 – (Flange de fixação do servomotor e disco do dispenser) – Peça idealizada para acoplamento entre o servomotor e disco do dispenser, para desta maneira seja realizada a movimentação do disco do dispenser de acordo com a movimentação do servomotor.
- Ícone 13 – (Invólucro do disco do dispenser) – Constituído de material em ABS, protege os comprimidos e garante uma maior segurança no momento de manipulação/movimentação dos comprimidos.

Conforme a figura 31, estão numerados os componentes de 14 a 16, que demonstram a visão estrutural do compartimento de reabastecimento de comprimidos e são descritos individualmente logo após a figura, sendo eles:

Figura 31 – Visão estrutural do compartimento de reabastecimento de comprimidos

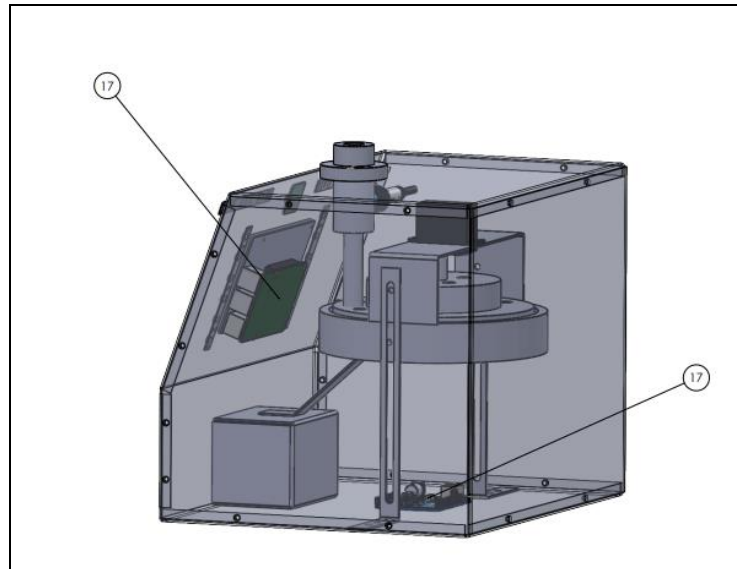


Fonte: Os autores (2021).

- Ícone 14 – (Funil de escoamento dos comprimidos) – Peça que permite a passagem dos comprimidos diretamente ao recipiente do disco do dispenser.
- Ícone 15 – (Flange de despejo dos comprimidos) – Peça com furação para abrigar o sensor ótico responsável pela contagem dos comprimidos no momento de reabastecimento.
- Ícone 16 – (Sensor de contagem de reabastecimento) – Sensor ótico fixado a flange de despejo dos comprimidos e que tem a função de indicar (no momento de reabastecimento) que o comprimido está sendo adicionado nos recipientes do disco.

Na figura 32 estão numerados os componentes da central de controle em um único item, onde é possível visualizar a posição dos componentes citados, os mesmos são descritos logo após a figura, sendo eles:

Figura 32 – Componentes da central de controle



Fonte: Os autores (2021).

- Ícone 17 – (Central de controle) – Central que reúne as placas de processamento da interface e das entradas e saídas do sistema, tais como: Raspberry Pi 4 (localizado atrás do IHM) e Arduino UNO (posicionado na base da estrutura), além de conter também os componentes elétricos que estão dispostos no mesmo.

### 3.10.2.1 Calculando a massa do objeto

#### 3.10.2.1.1 Massa

Segundo a escritora FOGAÇA ([200-?]) a massa ( $m$ ) é a quantidade de matéria presente num corpo, ela não depende de nenhuma condição externa, sendo assim, é uma grandeza invariável. De acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI) a massa é medida em quilograma (kg).

Existem diversas maneiras de calcular a massa de um corpo, uma delas é multiplicando a densidade do material ( $\partial$ ) pelo seu volume ( $v$ ), conforme descrito pela equação 1:

$$m = \partial \times v \quad (1)$$

#### 3.10.2.1.2 Volume

O volume ( $v$ ) é a medida que quantifica o espaço ocupado por um corpo ou a capacidade que ele tem de comportar alguma substância. De acordo com o Sistema Internacional de Unidades (SI) o volume é medido em metro cúbico ( $m^3$ ).

Para calcular o volume de um corpo cilíndrico, segundo a escritora SANTOS (2019) é necessário que se tenha a altura do cilindro ( $h$ ) e área da base ( $\pi \times r^2$ ), com essas variáveis obtém-se a expressão 2:

$$v = \pi \times r^2 \times h \quad (2)$$

Onde:

- $v = \text{Volume (cm}^3\text{)}$
- $\pi = \text{Constante (3,14159 ...)}$
- $r^2 = \text{Raio ao quadrado (cm)}$
- $h = \text{Altura (cm)}$

#### 3.10.2.1.2 Densidade

Já a densidade ( $\partial$ ) segundo o escritor CARVALHO ([200-?]), relaciona a massa de um material ao volume que ele ocupa, ou seja, quanto maior for o peso de um material e menor for o volume ocupado por ele, maior será a densidade deste material, lembrando que o peso é a força gravitacional exercida entre corpos, dada

pela multiplicação entre massa ( $m$ ) e gravidade ( $g$ ). No Sistema Internacional de Unidades (SI) a densidade é medida em quilograma por metro cúbico ( $kg/m^3$ ).

Para o cálculo da densidade de um determinado material é feita a relação entre a massa ( $m$ ) e o volume ( $v$ ) do mesmo, obtendo-se a equação 3:

$$\partial = \frac{m}{v} \quad (3)$$

Onde:

$$\partial = \text{Densidade} \left( \frac{g}{cm^3} \right)$$

$$m = \text{Massa} (g)$$

$$v = \text{Volume} (cm^3)$$

### 3.10.2.2 Calculando o volume do disco

Sendo o diâmetro ( $\emptyset$ ) do disco medindo 250 mm (25cm), com raio de 125mm (12,5cm) e a sua espessura de 45mm (4,5cm), segundo Silva, D. ([200-?]), pode-se calcular o volume do mesmo, utilizando a fórmula do volume do cilindro dada pela expressão 2:

$$v = \pi \times r^2 \times h \quad (2)$$

Cálculo:

$$v = \pi \times 12,5^2 \times 4,5$$

$$v = 2208 \text{ cm}^3$$

### 3.10.2.3 Calculando a massa do disco

Então, quando são conhecidos o volume e a densidade do material, consegue-se dessa forma, calcular a sua massa através da expressão 3 de densidade:

$$\partial = \frac{m}{v} \quad (3)$$

Cálculo:

$$m = \partial \times v$$

$$m = 1,048 \times 2208 = 2313g \text{ ou } 2,3kg$$

### 3.10.2.4 Calculando a inércia do disco

#### 3.10.2.4.1 Introdução a inércia

Com base na Primeira Lei de Newton, segundo o escritor Helerbrock (2021), a inércia é a resistência que um corpo oferece ao ser acelerado, sendo assim, ao menos que seja aplicada uma força resultante não nula sobre um corpo, o mesmo permanecerá em repouso ou em movimento retilíneo uniforme (MRU).

A massa de um corpo afeta diretamente a inércia oferecida por ele, quanto maior for a massa do corpo maior será a sua inércia, portanto, quanto maior for a inércia de um corpo, maior será a força necessária para alterar seu estado de movimento. No Sistema Internacional de Unidades (SI), a inércia pode ser medida em quilograma por metro quadrado (kg.m).

#### 3.10.2.4.2 Momento de Inércia de um Disco Cilíndrico

Em um disco cilíndrico, o momento de inércia ( $I$ ) é calculado partindo do seu eixo central, o seja, o eixo que passa por dentro do cilindro. Para calcular esse momento de inércia é necessário o conhecimento da massa do corpo ( $m$ ), o raio da trajetória circular do disco ( $r$ ), com isso, foi possível aplicar a equação 4 (CALCULAR E CONVERTER, ([200-?])):

$$I = \frac{1}{2} m x r^2 \quad (4)$$

Fazendo a substituição dos devidos valores:

$$I = \frac{1}{2} 2,3 x 0,125^2$$

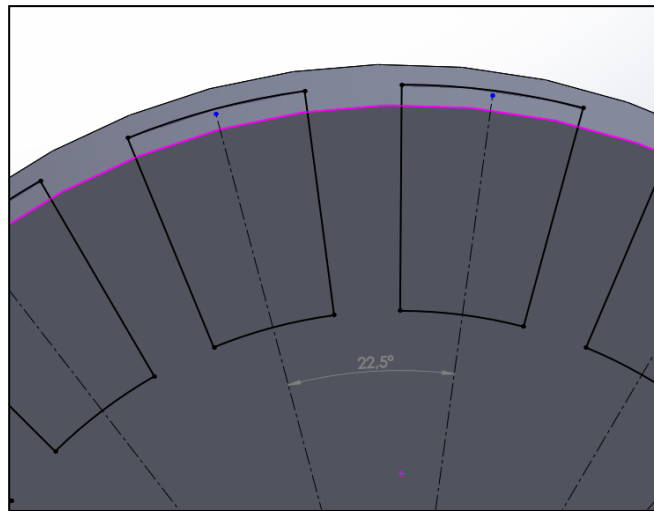
$$I = 0,018 \text{ kgm}^2$$

### 3.10.2.5 Torque necessário para mover o dispenser

Tomando-se a segunda Lei de Newton, segundo Silva, M. ([200-?]), quando é aplicado, uma força sobre um objeto que contém massa o mesmo objeto adquire uma aceleração. Para um corpo em movimento circular, ou em rotação, pode-se determinar sua posição e velocidade em função de variáveis como o ângulo e a velocidade angular. Relacionando a segunda lei de Newton com o torque que é o agente dinâmico da rotação. Quando é aplicado um torque sobre algum corpo, esse corpo pode ganhar velocidade angular também, passando a descrever um movimento de rotação. Pode-se dizer que, quando um corpo está em rotação, ele apresenta momento angular. O momento angular é o análogo rotacional do momento linear, também conhecido como quantidade de movimento, por isso, pode-se entender que o momento angular é a quantidade de movimento rotacional de um corpo ou sistema.

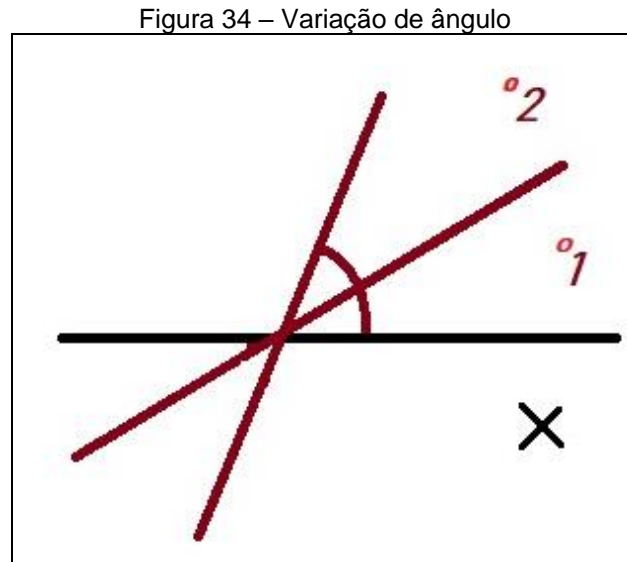
Primeiramente é verificado o ângulo entre os recipientes de remédios no disco do dispenser:

Figura 33 – Ângulo entre os recipientes de remédios no disco do dispenser



Fonte: Os autores (2021).

Desta maneira é obtido um ângulo de  $22,5^\circ$  medindo de centro a centro, como descrito na figura 33, acima. Ao ser colocada a variação de ângulo da troca de posicionamento de recipiente em um plano horizontal, pode-se visualizar da forma apresentada na figura 34:



Fonte: Os autores (2021).

Sabendo que o ângulo entre cada passo de recipiente é  $22,5^\circ$ , foi capaz definir um delta dos ângulos  $\theta_1$  e  $\theta_2$  em relação ao eixo X, pela expressão 5.

$$\Delta\theta = \theta_2 - \theta_1 \quad (5)$$

Onde:

$$\begin{aligned} \Delta\theta &= \text{Variação angular} \\ \theta_2 &= \text{Ângulo 2} \\ \theta_1 &= \text{Ângulo 1} \end{aligned}$$

Calculando:

$$\Delta\theta = 45 - 22,5 = 22,5^\circ$$

O tempo de mudança desejado entre cada recipiente é de 2 segundos. Contendo essa informação de variação do tempo ( $\Delta t$ ) e do delta do ângulo ( $\Delta\theta$ ), permitindo calcular a sua velocidade angular média ( $v_m$ ), pela expressão 6.

$$v_m = \frac{\Delta\theta}{\Delta t} \quad (6)$$

Onde:

$$V_m = \text{Velocidade média} \left( \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right)$$

$$\Delta\theta = \text{Variação angular}$$

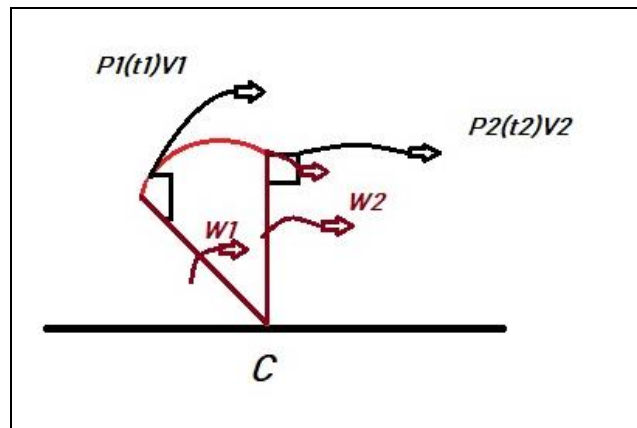
$$\Delta t = \text{Variação do tempo}$$

Calculando:

$$V_m = \frac{22,5}{2} = 11,25 \text{ rad/s}$$

Sabendo a velocidade angular de cada movimento, pode-se fazer a associação com a aceleração angular em um plano conforme a figura abaixo:

Figura 35 – Aceleração do Dispenser



Fonte: Os autores (2021).

Considerando a velocidade inicial sendo 0 rad/s (pelo fato do dispenser de remédios se encontrar parado) e a velocidade final ser igual a velocidade média, vale lembrar também que o ( $\Delta t$ ) é igual a 2 por se tratar do tempo de mudança desejado entre cada recipiente que é de 2 segundos, desta maneira, pode-se calcular a aceleração do dispenser, pela equação 7.

$$a = \frac{\omega_2 - \omega_1}{\Delta t} \quad (7)$$

Onde:

$$a = \text{Aceleração} \left( \frac{\text{rad}}{\text{s}^2} \right)$$

$$\omega_2 = \text{Velocidade angular instantânea final} \left( \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right)$$

$$\omega_1 = \text{velocidade angular instantânea inicial} \left( \frac{\text{rad}}{\text{s}} \right)$$

$\Delta t = \text{Variação do tempo}$

Calculando:

$$\alpha = \frac{11,25 - 0}{2} = 5,625 \text{ rad/s}^2$$

### 3.10.2.6 Relacionando Torque, momento angular e inércia

Segundo Helerbrock (2020), na segunda lei de newton para a rotação, pode-se encontrar a relação do módulo do torque com a equação da aceleração angular e com a quantidade da inércia calculada para objeto, com a equação 8.

$$\tau = I \times \alpha \quad (8)$$

Essa equação é equivalente a segunda lei de newton para objetos sujeitos a torque, sendo assim, pode-se calcular o torque.

Onde:

$$\tau = \text{Torque (Nm)}$$

$$I = \text{Inércia (kgm}^2\text{)}$$

$$\alpha = \text{Aceleração angular (rad/s}^2\text{)}$$

Calculando:

$$\tau = 0,018 \times 5,625$$

$$\tau = 0,101 \text{ Nm.}$$

Ou ainda se pode, de forma usual, transformar o valor obtido em Newton metro (N.m) para quilograma força metro (kgf.m), sendo:

$$1 \text{ kgf.m} = 9,80665 \text{ N.m}$$

$$\tau = 0,01023 \text{ kgf.m}$$

$$\tau = 1,023 \text{ kgf.cm}$$

Com o valor do torque necessário para movimentar o disco com aceleração e tempo previamente definidos, o servo motor escolhido para este projeto é o modelo MG996r com torque de 9,4kgf.cm com rotação de 360°.

### 3.10.2.7 Disco do dispenser

Foi idealizado um dispenser que tem um formato de um disco constituído de material ABS, de tal maneira que o mesmo gire e dispense o remédio e tenha também a possibilidade de uma reposição dos comprimidos de forma individual, através das pesquisas percebeu-se que o tamanho máximo do comprimido a ser inserido no recipiente é de 30 mm, além disso, a parede que garante o espaço entre os recipientes tem a medida de 17 mm. O disco tem 16 divisões com os recipientes medindo 32 mm cada, onde é utilizada apenas 7 divisões com o recipiente para armazenar o comprimido.

Abaixo foi utilizada a fórmula para encontrar o raio da circunferência, onde já é sabido que cada recipiente tem 32 mm, o espaço entre os recipientes tem 17 mm e o disco terá 16 divisões, (mas como foi citado no parágrafo anterior, foi utilizado somente 7 divisões com recipientes para armazenar os comprimidos), logo, transformando a circunferência em uma linha reta, onde é somado o valor do comprimento do recipiente do dispenser que é de 32 mm mais os 17 mm de diferença entre os recipientes, com total de 49 mm, esse valor é multiplicado pelo número de divisões dos recipientes, totalizando 16 divisões, desta maneira é encontrando então o comprimento da circunferência ou perímetro, que é de 784 mm, com posse deste valor, pode-se então descobrir o valor do raio da circunferência.

Onde pela expressão 9, obtem-se:

$$C = 2 \pi r \quad (9)$$

- $C$  = Comprimento da circunferência ou perímetro.
- $\pi$  = Constante (3,14159...)
- $r$  = Raio ( $mm$ )

$$C = 2 \pi r$$

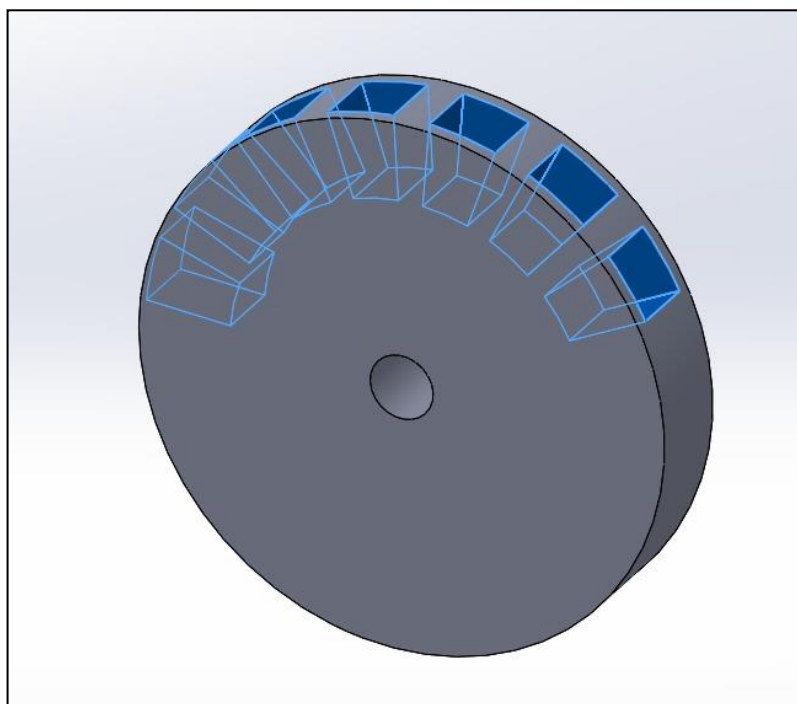
$$784 = 2 \pi r$$

$$r = \frac{784}{2\pi}$$

$$r = 124,77 \text{ mm} \cong 125 \text{ mm}$$

Com esses dados, pode-se então dizer que o diâmetro ( $\emptyset$ ) do disco que é responsável por armazenar os comprimidos é de 250 mm. A figura 36, a seguir, ilustra o disco do dispenser com seus respectivos recipientes para armazenar os comprimidos.

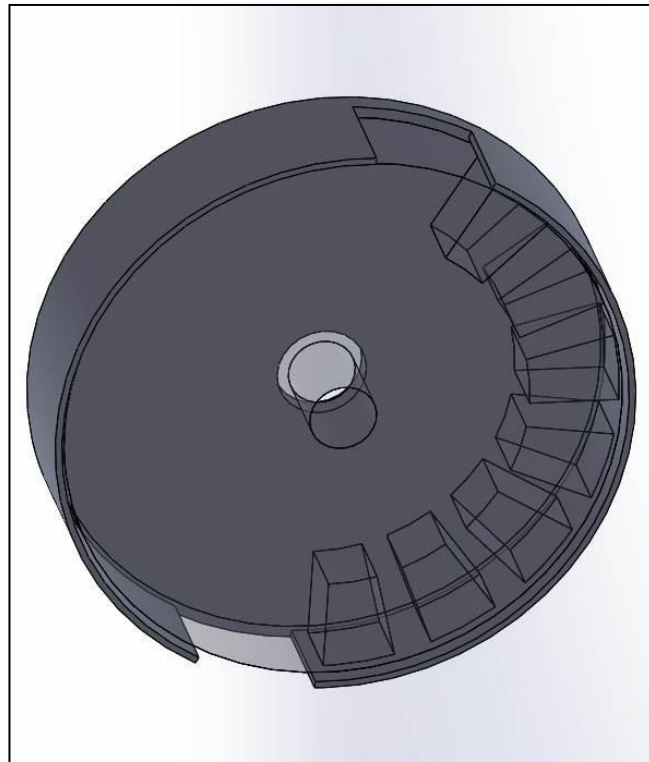
Figura 36 – Disco do dispenser



Fonte: Os autores (2021).

A partir desses dados, foi possível desenvolver o invólucro do disco do dispenser, feito também de material em ABS, para proteger os comprimidos e garantir uma maior segurança no momento de manipulação/movimentação dos comprimidos, com 260 mm diâmetro, o mesmo terá somente dois rasgos de 55 mm, situados na parte superior onde acontece o abastecimento dos comprimidos nos recipientes, e na parte inferior onde acontece o dispensamento dos comprimidos, para ilustrar de uma melhor maneira (ver figura 37 abaixo), é descrito a função do invólucro que contempla o conjunto do disco do dispenser, onde ao acontecer o giro do disco no momento de dispensa do comprimido, mantendo o disco do dispenser fechado na parte superior, onde o indivíduo adiciona os comprimidos no recipiente do disco, ou ainda no momento em que o dispenser do disco precisar ser abastecido. O compartimento onde é dispensado o remédio também estará fechado, permitindo assim uma maior segurança na manipulação das drogas.

Figura 37 – Invólucro do disco do dispenser



Fonte: Os autores (2021).

### 3.10.3 Montagem do Sistema

O protótipo do totem é um modelo construído em tamanho real, conforme ilustrado na figura 28.

Na parte interna do totem encontra-se todo o mecanismo do reservatório e funcionamento do dispenser de medicamentos.

Para certificar que em cada reservatório foram dispostos os medicamentos, foi utilizado um sensor óptico reflexivo de proximidade infravermelho E18-D80NK acoplado a um funil de escoamento usinado em Nylon, que fica direcionado para o disco reservatório, onde o usuário responsável pela alimentação de medicamentos do totem deve lançar os medicamentos na parte de cima e estes caem nos reservatórios do disco.

Abaixo a figura 38, para ilustração do sensor e funil de escoamento.

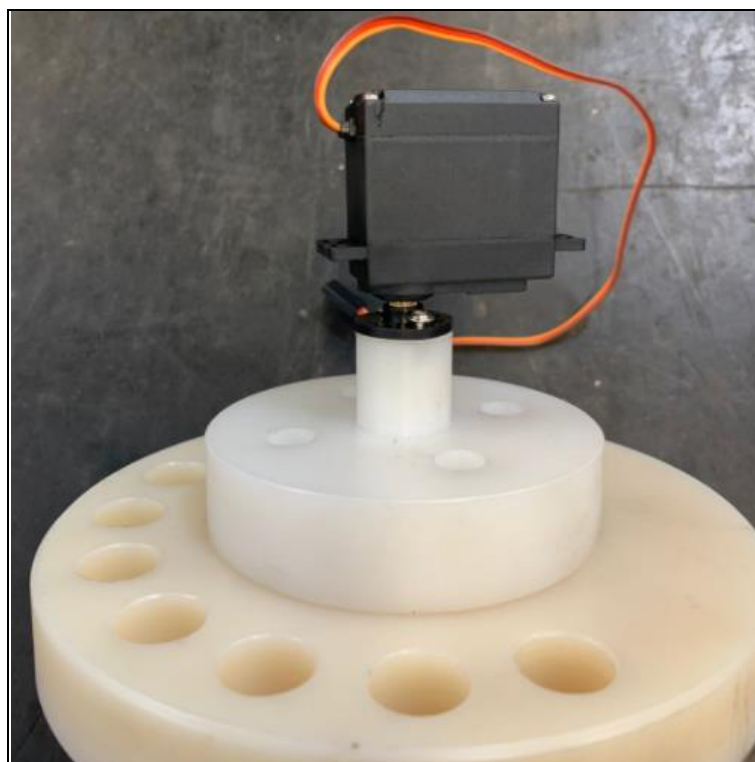
Figura 38 – Vista inferior do sensor Infravermelho e funil de escoamento



Fonte: Os autores (2021).

Para o reservatório de medicamentos foi criado um disco usinado em Nylon com diâmetro de 250 mm, de forma que fixado a um servo motor com rotação de 180° ele gire para ser abastecido ou para dispensar o remédio. O disco possui 9 reservatórios para os remédios. A seguir figura 39 para ilustração do disco e motor.

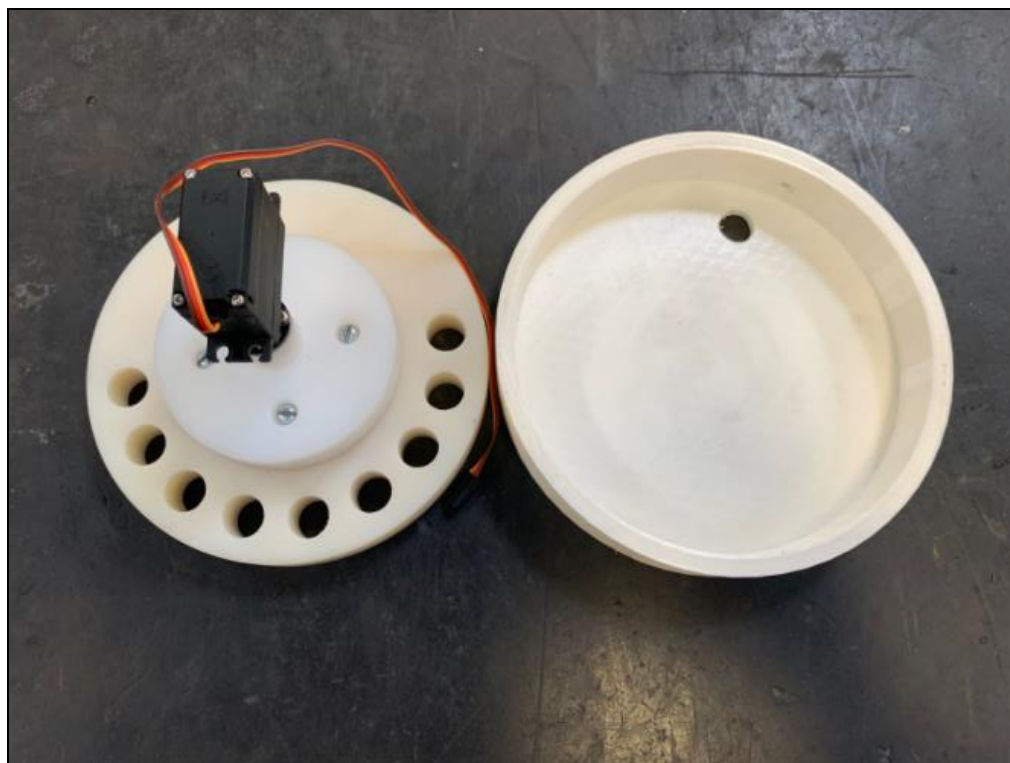
Figura 39 – Disco reservatório de medicamentos encaixado ao servo motor MG996r



Fonte: Os autores (2021).

Para que os remédios fiquem armazenados nos reservatórios foi produzido outro disco na impressora 3D em PLA que é um termoplástico biodegradável de origem natural e fontes renováveis, como amido de milho ou cana-de-açúcar. Este disco possui apenas uma abertura e foi fixado envolta do disco anterior, de forma que quando o disco de reservatórios gira, um dos reservatórios entra de encontro com essa abertura e dispensa o medicamento no funil para que esse chegue até o compartimento de copos. Abaixo figura 40 para ilustração.

Figura 40 – Vista superior do disco reservatório e disco dispenser separados



Fonte: Os autores (2021).

Para a fixação dos discos na parte interna do totem foi usado um suporte em ferro em formato de L, conforme ilustrado na figura 41.

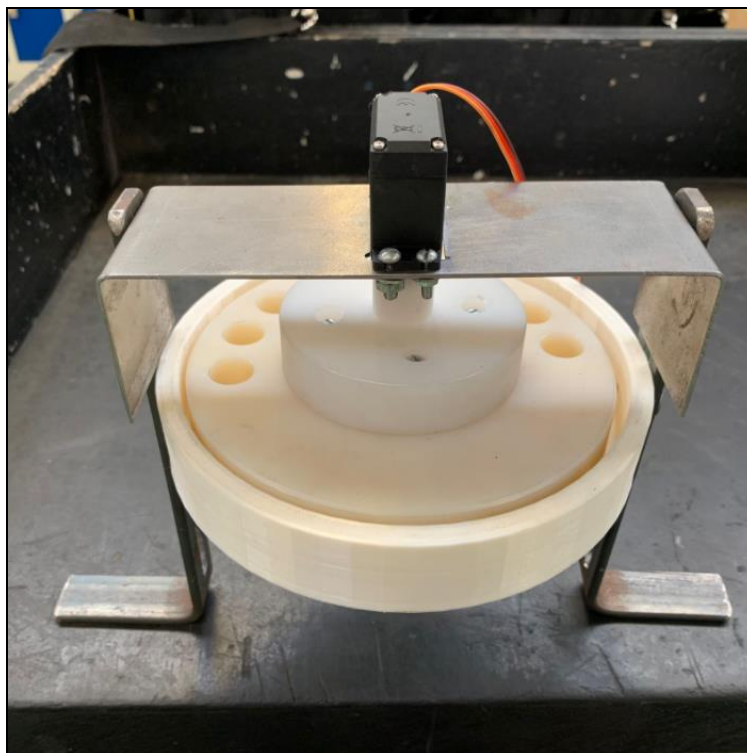
Figura 41 – Suportes para fixação dos discos



Fonte: Os autores (2021).

Cada uma das partes foi fixada em uma lateral do disco e na base da estrutura externa com parafusos 3/16". Também foi usinada em ferro uma chapa que foi fixada entre o Servo Motor e o disco de reservatório para permitir sua rotação, conforme ilustrado na figura 42.

Figura 42 – Chapa e suporte já fixados aos discos e Servo Motor



Fonte: Os autores (2021).

Para a parte externa do totem foi desenvolvido uma estrutura com dimensões de 255 mm de altura, 310 mm de largura, 255 mm de comprimento na base e 200 mm de comprimento no topo cortadas a laser, construída em SAE 1006/08 1,5 mm que é um aço sem adição de liga, com baixo teor de carbono, possuindo então boa usinabilidade, e grande maleabilidade. Foi pintada em branco para uma aparência dentro da composição de cores hospitalares. A seguir a ilustração da figura 43 com a estrutura desmontada.

Figura 43 – Estrutura desmontada



Fonte: Os autores (2021).

Após a construção da estrutura principal foram realizados recortes para encaixe do suporte do copo que recebe os medicamentos e o case dos sensores de temperatura e oxigênio conforme ilustrado na figura 44.

Figura 44 – Recortes para encaixe dos cases



Fonte: Os autores (2021).

Para a parte dos compartimentos de copos foi criado e desenhado um case baseado nas medidas de um copo de 80 ml, resultando nas dimensões de 80mm de altura por 80 mm de largura e 80 mm de comprimento, sendo usinado em ferro e pintado na cor branca conforme ilustrado na figura 45.

Figura 45 – Case após a pintura



Fonte: Os autores (2021).

Já o case dos sensores foi criado e desenhado baseado nas medidas das placas, o sensor de oxímetro está localizado em uma cavidade onde o usuário introduz a ponta do dedo para realizar a oximetria e para o sensor de temperatura posiciona-se o pulso em frente ao sensor. O case foi usinado primeiramente em Nylon branco em forma de teste e depois em Nylon azul para uso no protótipo conforme ilustrado na figura 46.

Figura 46 – Case dos sensores de oxigênio e temperatura



Fonte: Os autores (2021).

Também foi realizada a fixação de pés de borracha na base da caixa com uso de parafusos e porcas 3/16" conforme ilustrado na figura 47.

Figura 47 – Pés fixados na base da estrutura externa



Fonte: Os autores (2021).

E por fim foi realizada a montagem da caixa, encaixe dos cases para a finalização da parte externa do totem, ilustrado na figura 48.

Figura 48 – Vista da estrutura externa finalizada com os cases



Fonte: Os autores (2021).

Por tratar-se de um protótipo para fins educacionais, optou-se pela utilização da comunicação entre máquina e homem, através do monitor de um computador, ao invés do display mencionado anteriormente, uma vez que não seria viável financeiramente por se tratar de um componente caro.

### 3.11 Testes e Resultados

#### 3.11.1 Teste de Funcionamento do Servo MG966R

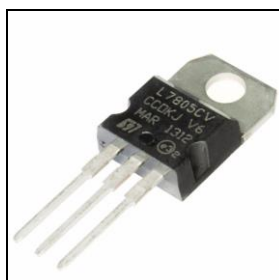
A princípio, para realizar a alimentação do Servo Motor foi utilizado uma fonte chaveada Weidmuller 24V (figura 49) e um regulador de tensão 7805 5V (figura 50), entretanto desta forma o funcionamento do Servo Motor foi prejudicado, fazendo com que ele perdesse força para realizar os passos conforme os comandos dados. Após pesquisas e estudos, foi constatado que este problema se dava pelo uso desses equipamentos, com isso foi possível solucioná-lo através do uso de uma fonte 5V 1,5A que alimenta diretamente o Servo Motor, tornando assim possível realizar os passos para dispensar corretamente o medicamento no compartimento de copos.

Figura 49 – Fonte chaveada Weidmuller 24V



Fonte: Elétrica Silveira ([200-?]).

Figura 50 – Regulador de tensão 7805



Fonte: Baú da Eletrônica ([200-?]).

### **3.11.2 Teste Sensores de Temperatura e Oxímetro**

Devido ao uso do protocolo I2C pelos dois sensores, afim de utiliza-los simultaneamente, foi necessário o uso de uma programação para identificar qual endereço cada componente está conectado, nesta programação então os sensores são testados retornando o valor do endereço através do Monitor Serial.

### **3.11.3 Teste Sensor Temperatura**

Após obter o endereço utilizado, foi realizado o teste de funcionamento do sensor de temperatura, onde foi verificado que o alcance para leitura do sensor não é tão alto quanto era esperado, cerca de 15 mm de distância. Entretanto, não acarretou nenhum empecilho para o funcionamento do sistema.

### **3.11.4 Teste Sensor Frequência**

Assim como o sensor de temperatura, também é necessário localizar o endereço do sensor de frequência cardíaca/oxímetro, porém para conseguir conectar o modulo do sensor à placa do Arduino UNO foi necessário a remoção de três resistores pull up que conectam os pinos INT, SDA E SCL ao regulador de 1,8V do módulo, pois o Arduino UNO trabalha com sinais lógicos mais altos. Logo após a remoção, foi adicionado um resistor de 4,7k $\Omega$  pull up nos mesmos pinos e conectados ao 5V do microcontrolador para que assim seja feita a comunicação entre eles.

### 3.12 Futuras Melhorias

Para futuras melhorias e aperfeiçoamento do sistema foi estudada a parte comercial de venda do produto, onde consiste dentro de um modelo mais simples até o mais robusto, o diferencial de cada um seria o crescimento de funcionalidades, sendo as principais:

- Número maior de dispenser para o armazenamento de comprimidos;
- Uma maior monitorização feita no paciente;
- Reconhecimento facial;
- Otimização de hardware.

Isso faz com que aumente o público alvo do nosso sistema, expandindo o mercado, principalmente a questão da acessibilidade financeira, onde assim o consumidor terá a opção de um sistema mais simples que consiga suprir sua necessidade e seja viável economicamente, não sendo obrigado a comprar um sistema mais robusto e que não seja usual em sua aplicação algumas funcionalidades presentes no sistema, automaticamente não sendo viável economicamente.

## 4 CONCLUSÃO

Em tempos desta enfermidade epidêmica global, que o mundo está passando, o tema relacionado a este projeto, tenta de alguma forma salientar a importância da tecnologia no cuidado da saúde no dia a dia. Com a construção de um equipamento totalmente voltado para a área da saúde em específico cuidados de pessoas com comorbidades, buscando quebrar o paradigma do preconceito da utilização de tecnologias na área da saúde.

O grupo conseguiu validar as tecnologias de etapas importantes, sendo elas: o projeto mecânico do dispenser e a comunicação entre o homem e máquina, que poderia trazer uma grande dificuldade ao decorrer do projeto.

Com muita dedicação, estudos e pesquisas, sendo assim, aprimorando o conhecimento prático na utilização de microcontroladores, Linux e programação voltada a objeto e técnicas com softwares 3D, para a construção deste projeto, o resultado do projeto foi totalmente satisfatório. Os conceitos de elétrica, eletrônica e de sistemas de controle que foram estudados em sala de aula, foram totalmente aproveitados para o desenvolvimento deste projeto. Além de trazer um enorme conhecimento, em linguagens de programação C e python, sendo elas utilizadas na construção do sistema.

Contudo, através de pesquisas, materiais abordados em sala de aula e experimentos executados pelo autor do projeto, o mesmo afirma que é possível construir este projeto.

Conclui-se que foi possível mostrar através do protótipo que o sistema é eficiente e que a montagem do mesmo é simples e prática, o que transforma o projeto em uma futura solução.

## REFERÊNCIAS

- ARDUINO UNO. “**Arduino Uno**”. década provável [200-?]. Disponível em: <https://datasheet.octopart.com/A000066-Arduino-datasheet-38879526.pdf>. Acesso em: 21 de abril de 2021.
- BAU DA ELETRONICA. “**Regulador de tensão L7805**”. década provável [200-?]. Disponível em: <https://www.baudaeletronica.com.br/regulador-de-tensao-l7805.html>. Acesso em: 3 de novembro de 2021.
- BIERNATH, André. “**Qual a diferença entre comprimidos, drágeas e cápsulas?**”. 2018. Disponível em: <https://saude.abril.com.br/medicina/qual-a-diferenca-entre-comprimidos-drageas-e-capsulas/>. Acesso em: 01 de abril de 2021.
- CALCULAR E CONVERTER. “**Momento de Inércia Cilindro**”. década provável [200-?]. Disponível em: <https://calculareconverter.com.br/momento-de-inercia-cilindro/>. Acesso em: 10 de maio de 2021.
- CAP SISTEMA. “**Sensor de temperatura Infravermelho IR MLX90614**”. década provável [200-?]. Disponível em: [\\_http://capsistema.com.br/wp-content/uploads/2021/03/figura-6.png](http://capsistema.com.br/wp-content/uploads/2021/03/figura-6.png). Acesso em: 17 de abril de 2021.
- CARROLL. “**Critérios ergonômicos e a concepção de sistema de gerenciamento de aprendizagem virtual (LMS)**”. 1987. Disponível em: [http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2004\\_enegep0402\\_1871.pdf](http://www.abepro.org.br/biblioteca/enegep2004_enegep0402_1871.pdf). Acesso em: 10 de maio de 2021.
- CARVALHO, Júlio. “**Densidade - Relação entre massa e volume**”. década provável [200-?]. Disponível em: <https://educacao.uol.com.br/disciplinas/quimica/densidade-relacao-entre-massa-e-volume.htm>. Acesso em: 10 de maio de 2021.
- CURVELLO, André. “**Apresentando o módulo ESP8266**”. 2015. Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/modulo-esp8266/>>. Acesso em: 2 de novembro de 2021.
- CYBIS. “**Análise de Usabilidade Baseada em Pesquisa Exploratória: O Caso do Terminal de Consulta da Biblioteca Central Zila Mamede**”. 2007. Disponível em: <https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/2942/1/TCC%20II%20-%20An%C3%A1lise%20de%20Usabilidade%20Baseada%20em%20Pesquisa%20Explorat%C3%B3ria-%20O%20Caso%20do%20Terminal%20de%20Consulta%20da%20Biblioteca%20Central%20Zila%20Mamede.docx.pdf>. Acesso em: 10 de maio de 2021.
- ELETRICA SILVEIRA. “**Fonte Bivolt x 24VCC 240W 10A PROeco Weidmuller**”. década provável [200-?]. Disponível em: <https://www.eletricasilveira.com.br/loja/weidmuller-proeco10>. Acesso em: 3 de novembro de 2021.

ELETROGATE. “**Sensor de Frequência Cardíaca Oxímetro MAX30100**”. década provável [200-?]. Disponível em: <https://www.eletrogate.com/sensor-de-frequencia-cardiaca-oximetro-max30100>. Acesso em: 17 de abril de 2021.

ELETROGATE. “**Servo TowerPro MG996R 180°**”. década provável [200-?]. Disponível em: [https://www.eletrogate.com/servo-towerpro-mg996r?utm\\_source=Site&utm\\_medium=GoogleMerchant&utm\\_campaign=GoogleMerchant&gclid=CjwKCAjwk6-LBhBZEiwAOUUDp0JL-GkTxX355eBrJQumXwpyCrOhD8GCIsxwsUwP9asc\\_UUleN8ZzRoCRA0QAvD\\_BwE](https://www.eletrogate.com/servo-towerpro-mg996r?utm_source=Site&utm_medium=GoogleMerchant&utm_campaign=GoogleMerchant&gclid=CjwKCAjwk6-LBhBZEiwAOUUDp0JL-GkTxX355eBrJQumXwpyCrOhD8GCIsxwsUwP9asc_UUleN8ZzRoCRA0QAvD_BwE). Acesso em: 17 de abril de 2021.

ETT. “**Manual of IR Sensor Switch E18-D80NK-N**”. década provável [200-?]. Disponível em: [https://cdn.awsli.com.br/945/945993/arquivos/Manual\\_IR-Sensor%20Switch%20E18.pdf](https://cdn.awsli.com.br/945/945993/arquivos/Manual_IR-Sensor%20Switch%20E18.pdf). Acesso em: 17 de abril de 2021.

FARMACAPSULAS. “**Tamanho das capsulas**”. 2016. Disponível em: <https://www.farmacapsulas.com/pb/tamanho-de-capsulas/#:~:text=No%20mercado%20farmac%C3%AAutico%20o%20tamanho,a%204%2C%20o%20mais%20pequeno>. Acesso em: 17 de abril de 2021.

FOGAÇA, Jennifer. “**Diferença entre massa e peso**”. década provável [200-?]. Disponível em: <https://brasilescola.uol.com.br/quimica/diferenca-entre-massa-peso.htm>. Acesso em 02 de junho de 2021.

GARCIA, Fernando. “**Sistemas embarcados e microcontroladores**”. 2020. Disponível em: <https://www.embarcados.com.br/sistemas-embarcados-e-microcontroladores>. Acesso em: 01 de abril de 2021.

HELENA, Maria. “**Taquicardia e Bradicardia**”. década provável [200-?]. Disponível em: <https://drauziovarella.uol.com.br/doencas-e-sintomas/taquicardia-e-bradicardia/>. Acesso em 17 de abril de 2021.

HELERBROCK, Rafael. “**Primeira Lei de Newton**”. 2021. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/primeira-lei-newton.htm>. Acesso em 17 de abril de 2021.

HELERBROCK, Rafael. “**Sistema em rotação – momento de inércia**”. 2020. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/fisica/torque-ou-momento-de-umaforca.htm#:~:text=Quando%20aplicada%20a%20corpos%20sujeitos,%C3%A2ngulo%20entre%20o%20bra%C3%A7o%20de>. Acesso em 17 de abril de 2021.

IBGE. “**Em 2019, expectativa de vida era de 76,6 anos**”. 2020. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-sala-de-imprensa/2013-agencia-de-noticias/releases/29502-em-2019-expectativa-de-vida-era-de-76-6-anos>. Acesso em: 01 de abril de 2021.

LOBO DA ROBOTICA. “**ARDUINO UNO REV3 SMD**”. década provável [200-?]. Disponível em: <https://lobodarobotica.com/blog/arduino-uno-pinout/>. Acesso em: 17 de abril de 2021.

MELEXIS INSPIRED ENGINEERING. “**Digital plug & play infrared thermometer in a TO-can**”. década provável [200-?]. Disponível em: <https://www.melexis.com/en/product/MLX90614/Digital-Plug-Play-Infrared-Thermometer-TO-Can>. Acesso em: 10 de maio de 2021.

MASTER WALKER. “**Sensor Óptico Reflexivo de Proximidade Infravermelho E18-D80NK**”. década provável [200-?]. Disponível em: <https://www.masterwalkershop.com.br/sensor-de-proximidade-infravermelho-e18-d80nk>. Acesso em: 17 de abril de 2021.

MAXIM INTEGRATED. “**MAX30100**”. 2014. Disponível em: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/MAX30100.pdf>. Acesso em: 17 de abril de 2021.

MONKEY BUSINESS. “**Display LCD 7 Touch Screen**”. década provável [200-?]. Disponível em: <https://monkeybusiness.com.br/telas-lcd/display-7-touch-screen>. Acesso em: 16 de setembro de 2021.

MORAES, Rosa. “**Análise de Usabilidade Baseada em Pesquisa Exploratória: O Caso do Terminal de Consulta da Biblioteca Central Zila Mamede**”. 2012. Disponível em: <https://monografias.ufrn.br/jspui/bitstream/123456789/2942/1/TCC%20II%20-%20An%C3%A1lise%20de%20Usabilidade%20Baseada%20em%20Pesquisa%20Explorat%C3%B3ria%20O%20Caso%20do%20Terminal%20de%20Consulta%20da%20Biblioteca%20Central%20Zila%20Mamede.docx.pdf>. Acesso em: 10 de maio de 2021.

MURTA, José. “**NodeMCU – ESP12: Guia completo – Introdução (Parte1)**”. 2021. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/nodemcu-esp12-introducao-1/>. Acesso em: 16 de setembro de 2021.

NBR 9241-11. “**Normas Técnicas de Usabilidade**”. 2002. Disponível em: <https://brasil.uxdesign.cc/normas-t%C3%A9cnicas-de-usabilidade-aac4e1576e76>. Acesso em: 10 de maio de 2021.

NEGRI, Patrick. “**UX e UI: entenda as diferenças e a importância para um e-commerce**”. 2019. Disponível em: <https://www.iugu.com/blog/ux-e-ui>. Acesso em: 16 de setembro de 2021.

O INCRÍVEL MUNDO NERD. “**A História dos microcontroladores**”. 2014. Disponível em: <http://oincrivelmundonerd.blogspot.com/2014/03/a-historia-dos-microcontroladores.html>. Acesso em: 01 de abril de 2021.

OLIVEIRA, Euler. “**Como usar com Arduino – Módulo WiFi ESP8266 ESP-01**”. 2018. Disponível em: < <https://blogmasterwalkershop.com.br/arduino/como-usar-com-arduino-modulo-wifi-esp8266-esp-01/> > Acesso em: 3 de novembro de 2021.

PORTARIA MTPS N°3751. “**NR 17 - Ergonomia**”. 1990. Disponível em: <http://www.guiatrabalhista.com.br/legislacao/nr/nr17.htm>. Acesso em: 01 de abril de 2021.

SANTOS, Thamires. "**Volume do cilindro**". 2019. Disponível em: <https://www.educamaisbrasil.com.br/enem/matematica/volume-do-cilindro>. Acesso em: 10 de maio de 2021.

RASPBERRYPI. "**Raspberry Pi 4 Tech Specs**". década provável [200-?]. Disponível em: <https://www.raspberrypi.org/products/raspberry-pi-4-model-b/specifications/>. Acesso em: 10 de maio de 2021.

REIS, Manuel. "**Oximetria: como usar o oxímetro e valores normais de saturação**". 2021. Disponível em: <https://www.tuasaude.com/oximetria/>. Acesso em: 10 de maio de 2021.

SILVA, Domiciano. "**Sistema em rotação – momento de inércia**". década provável [200-?]. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/fisica/sistema-rotacao-momento-inercia.htm>. Acesso em 17 de abril de 2021.

SILVA, João. "**Controle em Malha Fechada**". 2000. Disponível em: <http://www.ece.ufrgs.br/~jmgomes/pid/Apostila/apostila/node6.html>. Acesso em: 17 de abril de 2021.

SILVA, Marcos. "**Medidas de Volume**"; década provável [200-?]. Disponível em: <https://brasilecola.uol.com.br/matematica/medidas-volume.htm>. Acesso em 02 de junho de 2021.

SOARES, Ingrid. "**Até 2025, 10 milhões de pessoas podem morrer por causa da automedicação**". 2019. Disponível em: <https://www.correiobraziliense.com.br/app/noticia/brasil/2019/04/30/interna-brasil,752285/ate-2025-milhoes-de-pessoas-podem-morrer-por-causa-da-automedicacao.shtml>. Acesso em: 01 de abril de 2021.

SOUZA, Natan. "**UX e UI: conheça as semelhanças e diferenças entre ambos**". 2017. Disponível em: <https://www.alura.com.br/artigos/ux-e-ui-conheca-as-semelhanças-e-diferenças-entre-ambos>. Acesso em: 16 setembro de 2021.

STORE. "**ARDUINO UNO REV3 SMD**". década provável [200-?]. Disponível em: <https://store.arduino.cc/usa/arduino-uno-smd-rev3>. Acesso em: 17 de abril de 2021.

TOWER PRO. "**MG996R Robot servo 360° Rotation**". década provável [200-?]. Disponível em: <https://www.towerpro.com.tw/product/mg995-robot-servo-360-180-rotation>. Acesso em: 17 de abril de 2021.

USINAINFO. "**Sensor de Temperatura Infravermelho IR MLX90614 para Medições Sem Contato**". década provável [200-?]. Disponível em: <https://www.usinainfo.com.br/sensor-de-temperatura/sensor-de-temperatura-infravermelho-ir-mlx90614-para-medicoes-sem-contato-4471.html>. Acesso em: 17 de abril de 2021.

VENTURA, Plínio. "**Entendendo definitivamente o que é um Caso de Uso**". 2016 a. Disponível em: <https://www.ateomomento.com.br/o-que-e-caso-de-uso/>. Acesso em: 10 de maio de 2021.

VENTURA, Plínio. “**O que é UML** (Unified Modeling Language)”. 2019. Disponível em: <https://www.ateomomento.com.br/diagramas-uml/>. Acesso em: 10 de maio de 2021.

VENTURA, Plínio. “**Entendendo o Diagrama de Atividades da UML**”. 2016 b. Disponível em: <https://www.ateomomento.com.br/uml-diagrama-de-atividades/#:~:text=Em%20projetos%20de%20software%20utilizamos,que%20%C3%A9%20o%20sistema%20materializado>. Acesso em: 10 de maio de 2021.