

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA – UNESP
FACULDADE DE ENGENHARIA DE SÃO JOÃO DA BOA VISTA
BACHARELADO EM ENGENHARIA ELETRÔNICA E TELECOMUNICAÇÕES**

VINÍCIUS ALAN PRADO VANZELA

**PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE DISPENSADOR
ELETRÔNICO DE MEDICAÇÃO PROGRAMÁVEL**

São João da Boa Vista

2024

VINÍCIUS ALAN PRADO VANZELA

**PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE DISPENSADOR
ELETRÔNICO DE MEDICAÇÃO PROGRAMÁVEL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentada à Universidade Estadual Paulista (UNESP), São João da Boa Vista - SP, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Eletrônica e Telecomunicações.

Orientador(a): Prof. Dr. Paula Ghedini Der Agopian

São João da Boa Vista

2024

V285p

Vanzela, Vinícius Alan Prado

Projeto e desenvolvimento de um protótipo de dispensador eletrônico de medicação programável / Vinícius Alan Prado Vanzela.

-- São João da Boa Vista, 2024

68 p. : il., fotos

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia de Telecomunicações) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Engenharia, São João da Boa Vista

Orientadora: Paula Ghedini Der Agopian

1. Arduino (Controlador programável). 2. Sistemas eletrônicos. 3. Medicamentos Administração. 4. Idosos. I. Título.

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA - CÂMPUS DE SÃO JOÃO DA BOA VISTA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELETRÔNICA E DE TELECOMUNICAÇÕES**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**PROJETO E DESENVOLVIMENTO DE UM PROTÓTIPO DE DISPENSADOR
ELETRÔNICO DE MEDICAÇÃO PROGRAMÁVEL**

Aluno: Vinícius Alan Prado Vanzela

Orientador: Prof.^a Dr.^a Paula Ghedini Der Agopian

Banca Examinadora:

- Paula Ghedini Der Agopian (Orientadora)
- André Alves Ferreira (Examinador)
- Lucas Daniel Del Rosso Calache (Examinador)

Os formulários de avaliação e a ata da defesa, na qual consta a aprovação do trabalho, devidamente assinados pela banca encontram-se no prontuário eletrônico do aluno.

AGRADECIMENTOS

À Deus, por tudo que me proporcionou, pela saúde, proteção, auxílio nos momentos de adversidade e pelas bênçãos alcançadas.

Aos meus pais, Deverson e Tatiane, pelo apoio e sustento no decorrer de todo o curso, também ao meu irmão, Guilherme, pelo apoio e consideração.

À minha amada, Lívia, pelo apoio incondicional, sempre estando presente e me ajudando nos momentos difíceis.

Aos amigos e colegas, pelas aulas e trabalhos realizados, pelos momentos de descontração, treinos e jogos. Momentos que tornaram a graduação mais leve.

À minha orientadora, Paula, por todos os ensinamentos, apoio e paciência durante todos os projetos desenvolvidos e aulas ministradas.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão de bolsa de pesquisa (processo 9779).

“Não to mandei eu? Esforça-te, e tem bom ânimo; não pasmes, nem te espantes: porque o Senhor teu Deus é contigo, por onde quer que andares”

Josué, 1:9 (Bíblia Sagrada)

RESUMO

Este trabalho descreve o projeto de um modelo de dispensador eletrônico de medicação automatizado, destinado a atender as necessidades da população idosa. Com o aumento da idade da população e a crescente dificuldade dos idosos em controlar adequadamente o uso de remédios, o projeto apresenta uma solução automatizada, acessível e simples de usar. Por meio do uso de componentes eletrônicos e dispositivos microcontrolados, é viabilizada a configuração de horários e intervalos para a administração segura e eficaz de medicamentos. A montagem e manutenção são facilitadas devido à concepção da estrutura modular com peças produzidas em impressora 3D. O projeto conta com 5 colunas para dispensar remédios independentes, o que possibilita doses que requerem intervalos de tempo diferentes. Além disso, quando o medicamento é dispensado, o display exibe uma mensagem de texto, e um alarme (sinal sonoro) é ativado para lembrar o usuário de tomar os medicamentos necessários. Este alarme só se desliga quando o usuário retira o medicamento. O protótipo demonstrou que o projeto pode contribuir para a autonomia dos idosos, melhorando o controle dos medicamentos e reduzindo erros de ingestão.

Palavras-chave: arduino(controlador programável); sistemas eletrônicos; medicamentos administração; idosos;

ABSTRACT

This work describes the design of a model for an automated electronic medication dispenser aimed at meeting the needs of the elderly population. With the increase in population age and the growing difficulty for seniors to properly manage their medication use, this project offers an automated, accessible, and easy-to-use solution. Electronic components and microcontrollers enable scheduling times and intervals for safe and effective medication administration. Its assembly and maintenance are simple due to the modular structure design with 3D-printed parts. The project includes five channels to dispense independent medications, allowing for doses that require different time intervals. In addition, when the medication is dispensed, the digital screen displays a text message, and an alarm (audible signal) is activated to remind the user to take their necessary medications. This alarm only turns off when the user removes the medication. The prototype demonstrated that the project could contribute to elderly autonomy, improving medication control and reducing intake errors.

Keywords: arduino (programmable controller); electronic systems; medication administration; elderly;

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Figura ilustrativa de um Idoso sob orientação de cuidador recebendo a medicação.	15
Figura 2 - a) Cadeira de rodas adaptada e b) relógio com tecnologia assistiva.	17
Figura 3 - Exemplo de dispensadores de medicação disponíveis no mercado.	18
Figura 4 - Arduino Uno Rev3.	19
Figura 5 - Exemplo de uma impressora 3D.	21
Figura 6 - Plataforma Arduino IDE.	22
Figura 7 - Exemplo de servo motor.	23
Figura 8 - Exemplo de display LCD.	24
Figura 9 - Exemplo de botão.	25
Figura 10 - Exemplos de componentes eletrônicos.	26
Figura 11 - Exemplo de buzzer e pinos macho.	26
Figura 12 - Exemplo de placa de circuito impresso (PCB).	27
Figura 13 - Capsula de acrílico utilizada no dispositivo.	28
Figura 14 - Fluxograma das etapas de configuração.	29
Figura 15 - Processo de configuração da medicação.	30
Figura 16 - Fluxograma de funcionamento de cada coluna.	30
Figura 17 - Diagrama elétrico do sensor infravermelho.	31
Figura 18 - Diagrama elétrico (1).	32
Figura 19 - Diagrama elétrico (2).	32
Figura 20 - Esquemático de montagem para simulação via Tinkercad.	33
Figura 21- Protótipo em 3D (Simulado).	33
Figura 22- Peça lateral.	34
Figura 23- Peça frontal.	34
Figura 24- Base dos atuadores lineares.	35
Figura 25- Colunas separadoras.	35
Figura 26 - Peça traseira.	36
Figura 27 - Atuador linear (suporte).	36
Figura 28 - Atuador linear (Cremalheira).	37
Figura 29 - Protótipo montado visto em 3D (Desenho).	37
Figura 30 - Protótipo físico montado.	38
Figura 31 - Placa de circuito impresso projetada via software EasyEDA.	39

Figura 32 - Protótipo finalizado.....	41
Figura 33 - Protótipo carregado com as cápsulas para medicamentos.....	42
Figura 34 - Painel de frontal com display LCD e botões.	42
Figura 35 - Transmissor (Tx) e receptor (Rx) do sensor infravermelho.....	43
Figura 36 - PCB instalada no protótipo com todas as conexões.....	43
Figura 37 - Parte traseira da PCB.	44
Figura 38 - Montagem e ligação dos atuadores lineares.....	44

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

FESJ	Faculdade de Engenharia de São João da Boa Vista
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
OMS	Organização Mundial da Saúde
CNPq	Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico
LCD	Display de Cristal Líquido (<i>Liquid Crystal Display</i>)
CPU	Unidade Central de Processamento (<i>Central Processing Unit</i>)
RAM	Memória de Acesso Aleatório (<i>Random Access Memory</i>)
ROM	Memória Somente de Leitura (<i>Read-Only Memory</i>)
GPS	Sistema de Posicionamento Global (<i>Global Positioning System</i>)
FDM	Modelagem por Deposição de Material Fundido (<i>Fused Deposition Modeling</i>)
DWG	Desenho (<i>Drawing</i>)
STL	Estereolitografia (<i>Stereolithography</i>)
OBJ	Arquivo de Objeto (<i>Object File</i>)
3MF	Formato de Arquivo de Fabricação 3D (<i>3D Manufacturing Format</i>)
PLA	Ácido polilático
ABS	Acrilonitrila butadieno estireno
SLS	Sinterização Seletiva a Laser (<i>Selective Laser Sintering</i>)
DC	Corrente contínua (<i>Direct current</i>)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
1.1	OBJETIVO	13
1.2	ESTRUTURA DO TRABALHO	13
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	15
2.1	ENVELHECIMENTO E DESAFIOS NA ADMINISTRAÇÃO DE MEDICAMENTOS	15
2.2	TECNOLOGIAS ASSISTIVAS	16
2.3	DISPENSADORES AUTOMÁTICOS DE MEDICAMENTOS.....	17
2.4	MICROCONTROLADOR ARDUINO UNO.....	18
2.5	SOFTWARE AUTODESK AUTOCAD	19
2.6	IMPRESSORAS 3D	20
3	MATERIAIS E MÉTODOS.....	22
3.1	ARDUINO UNO	22
3.2	PROJETO E CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA	22
3.3	SERVOS MOTORES.....	23
3.4	DISPLAY LCD	24
3.5	BOTÕES.....	24
3.6	COMPONENTES ELETRÔNICOS	25
3.7	PROTOTIPADORA.....	26
3.8	FONTE DC	27
3.9	CAPSULAS DE ACRÍLICO.....	27
4	DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO	29
4.1	ARQUITETURA DO SISTEMA.....	29
4.2	DESIGN E ERGONOMIA DO PROTÓTIPO	33
4.3	DESCRIÇÃO DOS MÓDULOS DO PRODUTO	38
4.4	INTEGRAÇÃO DE SOFTWARE E HARDWARE.....	39
5	RESULTADOS	41
5.1	AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO	44
5.2	BENEFÍCIOS E LIMITAÇÕES DO PROTÓTIPO.....	45
6	CONCLUSÃO.....	47
6.1	TRABALHOS FUTUROS.....	48
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49

APÊNDICE 1 – APRESENTAÇÃO DO CÓDIGO UTILIZADO NA PROGRAMAÇÃO DO DISPENSADOR DE MEDICAMENTOS AUTOMÁTICO.....	52
---	----

1 INTRODUÇÃO

Com o avanço da medicina e conseqüentemente a maior expectativa de vida, o envelhecimento populacional no Brasil é um fenômeno em crescimento acelerado e traz grandes desafios para a sociedade. De acordo com o censo demográfico 2022, divulgado pelo IBGE, a população idosa, composta por pessoas com 60 anos ou mais, já alcançou 31,2 milhões, representando cerca de 14,7% da população brasileira. Esse número representa um aumento de quase 40% em relação a 2010. As projeções para as próximas décadas indicam que essa tendência continuará a se intensificar. A Organização Mundial da Saúde (OMS) estima que, até 2050, a população idosa será superior à de crianças e adolescentes, o que trará implicações significativas para os sistemas de saúde, previdência e assistência social [1].

Com o aumento da expectativa de vida, que atualmente está estimada em 76 anos no Brasil, e projeções de alcançar 81 anos até 2060, os idosos enfrentam novos desafios relacionados à saúde e bem-estar. Entre as principais dificuldades está o gerenciamento adequado de seus medicamentos. Muitos idosos têm doenças crônicas e necessitam tomar diversos remédios de forma contínua, como para controle de pressão arterial, diabetes e problemas cardíacos [2]. No entanto, a falta de regularidade no uso dos medicamentos, seja por esquecimento ou dificuldades cognitivas e motoras, pode gerar sérias complicações à saúde[3].

O uso inadequado de medicamentos, seja pela falta de aderência aos horários prescritos ou pela dosagem incorreta, pode levar a consequências graves, como internações hospitalares, agravamento de condições crônicas e até óbitos. Esse problema é agravado por limitações comuns entre a população idosa, como perda de memória, dificuldades visuais e motoras, que afetam a capacidade de seguir corretamente as prescrições médicas.

Além disso, a sobrecarga gerada pela má administração de medicamentos também afeta o sistema de saúde, resultando em custos mais elevados com internações e tratamentos emergenciais que poderiam ser evitados com um gerenciamento eficaz da medicação [4].

O envelhecimento populacional, portanto, requer não só políticas públicas eficazes, mas também inovações tecnológicas que auxiliem essa população a lidar com as limitações físicas e cognitivas, promovendo melhor qualidade de vida e diminuindo o impacto no sistema de saúde.

A motivação para o desenvolvimento deste projeto está baseada nas necessidades crescentes de uma população idosa que, cada vez mais, enfrenta dificuldades para gerenciar o uso de medicamentos de forma correta e contínua.

Dessa forma, o projeto de desenvolvimento de um dispensador eletrônico de medicação programável se justifica pela sua capacidade de oferecer uma solução simples e autônoma, que auxilia os idosos a manterem uma rotina de medicação eficiente e segura, minimizando os riscos associados ao uso incorreto dos medicamentos. Além disso, o projeto contribui para aliviar a sobrecarga no cuidado familiar e reduzir a necessidade de intervenções médicas emergenciais, promovendo maior independência para o idoso e melhorando sua qualidade de vida.

1.1 OBJETIVO

O objetivo deste projeto é desenvolver um projeto de dispensador eletrônico de medicação programável que auxilie na administração correta de medicamentos. A proposta visa garantir que os usuários recebam suas medicações nos horários corretos e nas dosagens adequadas, reduzindo erros, esquecimentos e complicações de saúde.

1.2 ESTRUTURA DO TRABALHO

Os capítulos deste trabalho estão organizados da seguinte forma:

- Capítulo 1: Este capítulo contextualiza o projeto e apresenta as motivações que impulsionaram sua elaboração, destacando a relevância do desenvolvimento de tecnologias voltadas às necessidades específicas da população idosa, com foco em melhorar sua qualidade de vida e autonomia.
- Capítulo 2: Apresenta a revisão bibliográfica com o objetivo de expor a problemática enfrentada pelos idosos na administração de medicamentos, além de explorar as tecnologias assistivas já disponíveis no mercado e as soluções tecnológicas adotadas para o desenvolvimento deste projeto.
- Capítulo 3: Detalha os componentes eletrônicos e mecânicos utilizados, como o Arduino Uno, impressora 3D, servomotores, display LCD, entre outros. São explicados também os procedimentos adotados para a construção e integração do protótipo, garantindo sua funcionalidade.
- Capítulo 4: Descreve as etapas de desenvolvimento e implementação do dispensador eletrônico, incluindo a concepção da arquitetura do sistema, o

desenvolvimento da lógica de programação e a integração entre hardware e software. São relatados os testes realizados para validar o protótipo.

- Capítulo 5: Analisa os resultados obtidos a partir dos testes de funcionamento do dispensador, destacando tanto os benefícios quanto as limitações do projeto. Também inclui uma reflexão sobre o impacto da solução proposta na qualidade de vida dos idosos.
- Capítulo 6: Conclui o trabalho com a apresentação dos principais resultados, sugerindo melhorias futuras e avaliando o cumprimento dos objetivos propostos.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 ENVELHECIMENTO E DESAFIOS NA ADMINISTRAÇÃO DE MEDICAMENTOS

O aumento da proporção de idosos na população é uma tendência global que apresenta vários obstáculos no setor da saúde, principalmente no que diz respeito à gestão de remédios. A entrega de remédios para idosos apresenta uma variedade de obstáculos devido às particularidades desse grupo de idade.

Dentre os idosos, um destaque é a polifarmácia, que consiste na utilização de vários medicamentos ao mesmo tempo para tratar diversas condições de saúde, algo frequente devido à presença de doenças crônicas como hipertensão, diabetes, osteoartrite dentre outras. Esse cenário aumenta o risco de interações medicamentosas e efeitos adversos, que podem comprometer a qualidade de vida e até piorar condições de saúde pré-existentes.

Além disso, os desafios cognitivos e motores, frequentes em idosos, também são um empecilho importante para a administração correta de medicamentos. Frequentemente, a falta de adesão ao tratamento acontece pela dificuldade de lembrar dos horários ou doses certas, complicações na leitura de instruções dos remédios e na utilização de aparelhos [3].

Tecnologias têm se revelado promissoras na redução desses problemas, automatizando e organizando a gestão de remédios, assegurando a adesão ao tratamento [4]. Quando adequadamente instalados, esses aparelhos podem melhorar a segurança e diminuir a responsabilidade dos cuidadores, permitindo que os idosos tenham mais independência.

Figura 1 – Figura ilustrativa de um Idoso sob orientação de cuidador recebendo a medicação.



Fonte: Casa de repouso em família, 2024.

2.2 TECNOLOGIAS ASSISTIVAS

A utilização de tecnologias assistivas no auxílio a saúde visa aumentar a qualidade de vida de indivíduos com restrições funcionais, motoras ou cognitivas, proporcionando maior autonomia e independência [6]. Elas são planejadas para ajudar na realização de atividades do dia a dia que podem se tornar desafiadoras devido a problemas de saúde ou avanço da idade. Estas tecnologias vão desde equipamentos básicos, como bengalas e andadores, até inovações mais avançadas, como próteses inteligentes, cadeiras de rodas elétricas, e sistemas de saúde remotamente monitorados.

Estes recursos são frequentemente empregados em reabilitação, assistência domiciliar e para auxiliar na mobilidade e segurança de idosos. Exoesqueletos robóticos ajudam na reabilitação de indivíduos com lesões na medula ou problemas de mobilidade, ao passo que sensores para monitoramento à distância enviam informações vitais a profissionais de saúde, o que possibilita uma resposta mais ágil em emergências. Dispositivos de audição digitais e programas de aumento de áudio são úteis para indivíduos com problemas de audição na comunicação.

Os benefícios do uso de tecnologias assistivas são amplamente positivos, destacando-se pela redução da necessidade de auxílio externo e pela melhoria significativa na qualidade de vida dos usuários [7]. Para os idosos, em particular, essas tecnologias promovem um aumento notável na independência, impactando diretamente a autoestima e contribuindo para uma vida mais digna e autônoma. Estas tecnologias auxiliam na prevenção de queda, incidentes e complicações médicas, além de tornar mais fácil o acesso a cuidados de saúde personalizados e contínuos [8].

No entanto, ainda enfrentam grandes desafios. Muitos dispositivos de ajuda são caros, o que pode dificultar o acesso para pessoas de baixa renda. Ademais, é preciso fornecer treinamento para que tanto os usuários quanto seus cuidadores saibam como utilizar tais dispositivos de maneira adequada. Outra dificuldade se refere à conexão desses aparelhos com os sistemas de saúde tradicionais e à necessidade de assegurar que os dados monitorados sejam transmitidos de maneira eficiente aos profissionais da saúde.

O efeito dessas tecnologias na rotina dos idosos é significativo, proporcionando maior segurança e autonomia para que possam viver em suas residências por um período prolongado. Os preços dessas tecnologias podem variar amplamente, desde

dispositivos mais baratos, como bengalas e lupas, até soluções mais avançadas, como cadeiras de rodas motorizadas e exoesqueletos, como mostrados na figura 2.

Figura 2 - a) Cadeira de rodas adaptada e b) relógio com tecnologia assistiva.



Fonte: Montagem elaborada pelo autor com imagens de Lemon BR, 2024 e Semcorèl, 2024.

2.3 DISPENSADORES AUTOMÁTICOS DE MEDICAMENTOS

Os dispositivos de dispensação de remédios foram criados para ajudar na correta administração de medicamentos, especialmente úteis para idosos que podem ter problemas para lembrar os horários ou dosagens certas [9]. Estes aparelhos asseguram que o paciente siga o tratamento conforme prescrito, evitando equívocos como esquecimentos ou excesso de doses. No mercado encontramos vários tipos de modelos, com diferentes características em termos de funcionalidades, tecnologia e custos.

Dentro das categorias de dispensadores mais comuns, existem os tipos mais básicos, que são caixas com divisórias para cada dia ou semana, separadas por horários. Eles possibilitam que o idoso ou cuidador planeje as doses previamente, e têm preços variados. No entanto, embora sejam convenientes, esses designs não fornecem lembretes automáticos e requerem disciplina por parte do usuário.

Dispensadores mais modernos incluem alarmes e notificações para avisar quando é o momento de tomar o medicamento. Alguns modelos também possuem travas que apenas desbloqueiam a medicação no momento pré-programado, evitando equívocos. Ainda há dispositivos conectados a aplicativos de celular que enviam lembretes aos pacientes e relatórios aos cuidadores ou familiares, acompanhando o uso em tempo real [12].

Uma das vantagens dos dispensadores de remédios é a possibilidade de manter uma rotina de medicação precisa, diminuindo as chances de complicações devido a erros no tratamento [10]. Eles também podem promover a autonomia dos idosos, reduzindo a necessidade de vigilância constante por parte dos cuidadores [11]. Um modelo de dispensador de medicamentos disponível no mercado é mostrado na figura 3.

Figura 3 - Exemplo de dispensadores de medicação disponíveis no mercado.



Fonte: Amazon Store, 2024.

2.4 MICROCONTROLADOR ARDUINO UNO

Um microcontrolador é um componente eletrônico compacto que reúne em um chip único uma CPU, memória e interfaces de entrada e saída, utilizado para realizar funções de controle em sistemas embarcados. Um processador executa operações matemáticas e de lógica com base em um conjunto de instruções predefinidas, enquanto a memória, que consiste em memória volátil (RAM) e não volátil (ROM/Flash), armazena dados temporários e o software a ser executado. As interações com o ambiente externo são possíveis através de sensores, atuadores ou outros dispositivos, graças às interfaces de entrada e saída.

Um Arduino se trata de uma placa microcontroladora com um conjunto de instruções de fácil programação, ou seja, se trata de um pequeno computador embarcado que permite ser programado para diversas funções, gerindo suas entradas e saídas entre ele e dispositivos externos [5].

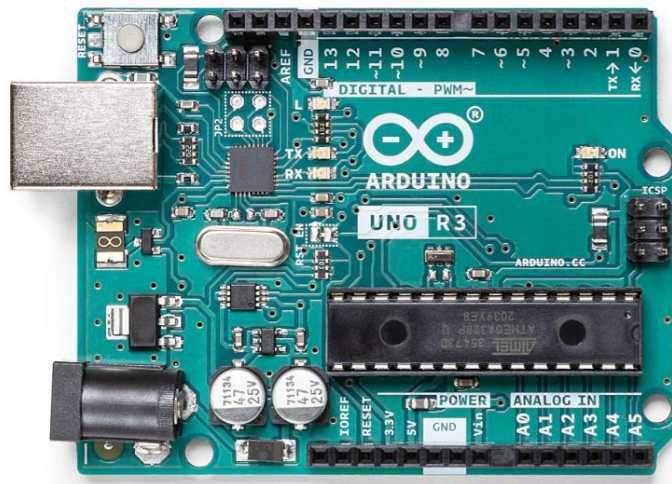
Ele pode ser utilizado no desenvolvimento de projetos simples até projetos mais específicos, interativos e independentes recebendo ou enviando dados através da conexão com um computador ou através de redes e internet.

O Arduino pode ser conectado a displays, botões, interruptores, motores, sensores de temperatura, sensores infravermelho, sensores de pressão, sensores de distância, sensores ópticos, módulos GPS, módulos Ethernet, módulos Bluetooth ou qualquer outro dispositivo que possa ser controlado.

Para programar, pode ser utilizado o software IDE Arduino (software livre), no qual escreve-se programas (sketches) utilizando a linguagem de programação C. Esse software permite escrever um conjunto de instruções, das quais é feito o upload para a placa via cabo USB-Serial, que então executará essas instruções interagindo com os dispositivos conectados nela.

O hardware e o software do Arduino são ambos de fonte aberta, ou seja, significa que os códigos, esquemas, projetos e dispositivos podem ser utilizados livremente para qualquer propósito não comercial. Existem diversos modelos do Arduino, como mini, nano, mega, sendo a um dos mais populares o modelo Uno por possuir muita versatilidade [13]. A figura 4 mostra o modelo de placa microcontroladora arduino uno.

Figura 4 - Arduino Uno Rev3.



Fonte: Arduino Store, 2024.

2.5 SOFTWARE AUTODESK AUTOCAD

O AutoCAD é um software para design e desenho técnico assistido por computador desenvolvido pela Autodesk [20]. Ele permite a criação de projetos detalhados em 2D e 3D e é essencial em diversas áreas, como arquitetura, engenharia, design de interiores, mecânica e urbanismo.

Ele oferece uma vasta gama de ferramentas para desenhar e editar formas geométricas precisas, além de criar modelos tridimensionais complexos. Ele também

facilita a criação de plantas baixas, vistas laterais e cortes de edificações, possibilitando uma visualização detalhada do projeto antes de sua execução.

Uma das grandes vantagens do software é sua precisão ajustável e a capacidade de trabalhar com escalas e alta capacidade de interoperabilidade com outros programas e formatos de arquivo, como o DWG, amplamente aceito na indústria [21].

A modelagem 3D no AutoCAD tem grande relevância no desenvolvimento de projetos mecânicos e permite a criação de modelos tridimensionais detalhados e funcionais. O software facilita a visualização realista das peças e a montagem virtual de sistemas complexos e tornou-se um recurso fundamental para identificar interferências e ajustes necessários antes da produção física. O programa também possibilita a geração automática de vistas ortogonais em 2D, como cortes e elevações, a partir do modelo tridimensional, economizando tempo e garantindo consistência entre os desenhos técnicos.

Na área da engenharia, o AutoCAD desempenha um papel crucial na concepção e desenvolvimento de projetos estruturais e sistemas complexos. Ao permitir a criação de desenhos técnicos precisos e a modelagem tridimensional, a ferramenta auxilia na identificação de possíveis problemas e na otimização de soluções antes da construção real.

2.6 IMPRESSORAS 3D

Uma impressora 3D opera pelo método de manufatura aditiva, no qual camadas de material são adicionadas sucessivamente para criar objetos em 3D. A etapa inicial envolve um arquivo digital em 3D, tipicamente nos formatos STL, OBJ ou 3MF, com todos os dados do modelo para impressão. Um programa lê o arquivo, transformando o design em camadas horizontais e criando o código G [25], que instrui a impressora a deslocar o cabeçote e depositar o material em cada camada [22].

A utilização de tecnologias diversas possibilita a realização da impressão em 3D, sendo o método mais frequente a modelagem por deposição fundida (FDM). Neste processo, um fio feito de material plástico, como PLA (ácido polilático) ou ABS (acrilonitrila butadieno estireno), é fundido e expelido por um bocal aquecido para criar cada camada do item. Outros materiais são empregados em tecnologias diferentes, como resina líquida, que polimeriza com luz ultravioleta (estereolitografia) e metais e plásticos em pó que são derretidos por laser (SLS).

A variedade de materiais que podem ser usados na impressão 3D possibilita a produção de peças com diversas características, como flexibilidade, rigidez e resistência ao calor, expandindo as opções de uso. Além de plásticos convencionais, as impressoras 3D podem empregar metais, cerâmicas e até materiais biocompatíveis, sendo muito empregadas na produção de próteses, peças mecânicas e dispositivos médicos [24].

No campo da engenharia, a utilização da impressão 3D se destaca como uma poderosa ferramenta de fabricação rápida, facilitando a criação de peças complexas de maneira mais eficiente e econômica. Os engenheiros usam a tecnologia para testar ideias (protótipos conceituais), fazer ajustes em projetos e criar peças personalizadas sem a necessidade de processos industriais tradicionais.

Devido à sua habilidade de produzir peças customizadas e complicadas rapidamente, a tecnologia da impressão 3D está se tornando essencial para impulsionar a inovação em várias áreas da engenharia. Diminui o tempo de desenvolvimento de produtos, aprimora a eficiência no uso de materiais e simplifica a criação de soluções anteriormente consideradas impossíveis ou economicamente inviáveis para a produção [23]. A figura 5 representa um modelo de impressora 3D disponível no mercado [19].

Figura 5 - Exemplo de uma impressora 3D.



Fonte: 3D Fila, 2024.

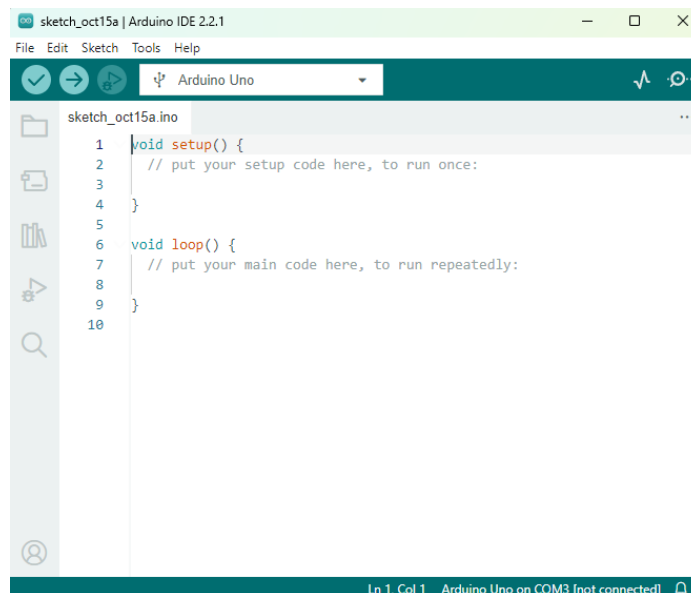
3 MATERIAIS E MÉTODOS

O dispositivo dispensador de medicamentos foi desenvolvido no laboratório da FESJ, como também, todos os materiais e equipamentos foram fornecidos pela professora orientadora.

3.1 ARDUINO UNO

A placa Arduino Uno foi utilizada como o microcontrolador principal do projeto, responsável pelo controle do sensor infravermelho, ativação dos servos motores e a temporização das doses dos medicamentos. A programação da placa foi realizada via plataforma Arduino IDE, mostrada na figura 6.

Figura 6 - Plataforma Arduino IDE.



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.2 PROJETO E CONSTRUÇÃO DA ESTRUTURA

O software AutoCAD foi utilizado no desenvolvimento dos desenhos técnicos das peças estruturais do protótipo, permitindo a criação de componentes com alta precisão e ajustes personalizados. A estrutura foi projetada de forma modular, facilitando tanto a montagem quanto o acesso aos componentes eletrônicos. As peças foram desenhadas para garantir um encaixe preciso entre si, possibilitando um intertravamento seguro e eficiente.

Foram projetadas peças estruturais, como as laterais, superior, inferior, frontal e traseira, além de peças de suporte, como bases, colunas e rampa. As peças estruturais formam a base do dispositivo, sobre as quais todas as demais peças são encaixadas e travadas por meio de rasgos e conectores de 10 x 5 mm.

A construção da estrutura foi realizada com o uso de uma impressora 3D, fornecida pela FESJ, garantindo a precisão dimensional e a qualidade das peças.

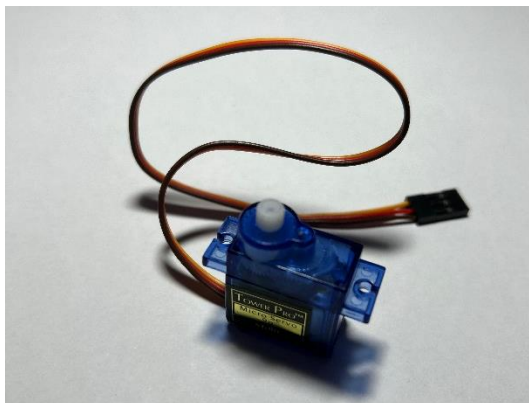
A Creality Ender-3 V2 é uma impressora 3D FDM reconhecida por seu desempenho, acessibilidade e facilidade de uso. Com um volume de impressão de 220 x 220 x 250 mm e a capacidade de trabalhar com diversos filamentos, como PLA e ABS, ela produz impressões de alta qualidade. Este modelo foi utilizado no projeto devido à sua estrutura robusta e confiável, que permite customizações e suporte ativo da comunidade, garantindo resultados satisfatórios e eficiência no desenvolvimento de protótipos.

3.3 SERVOS MOTORES

Os servos motores, retratados na figura 7, são empregados no projeto como mecanismos eletromecânicos desenvolvidos para atuar com exatidão por deslocamento angular. Os servos motores são muito usados em situações que necessitam de movimentos repetitivos e precisos, como em robótica e automação, o que os torna perfeitos para essa finalidade, onde a confiabilidade e a repetição do movimento são cruciais para o correto funcionamento do projeto.

Neste caso, sua função é liberar as cápsulas de medicamentos de forma controlada. Cada servo motor é controlado pelo Arduino Uno, o qual, de acordo com a programação estabelecida, define a rotação precisa para ativar o atuador linear empurrando as capsulas localizadas nos compartimentos de remédios. Estes motores garantem um controle preciso da posição, movendo-se em ângulos específicos, entre 0° e 180°.

Figura 7 - Exemplo de servo motor.



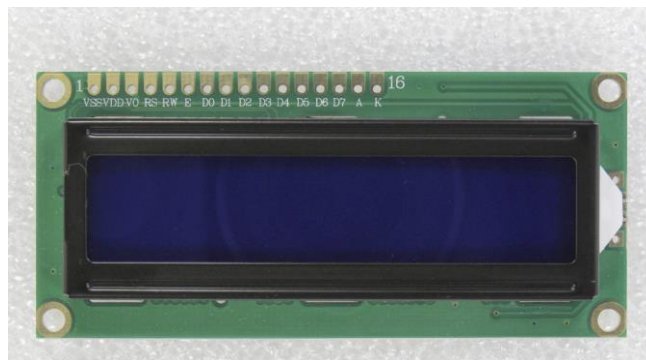
Fonte: Elaborada pelo autor.

3.4 DISPLAY LCD

O display LCD (*Liquid Crystal Display*) utilizado no projeto é um componente visual que mostra informações em tempo real para o usuário. Ele atua como ponte de comunicação no dispensador de remédios, exibindo informações como horários para tomar remédios, estado do aparelho, confirmações de ajustes e alertas cruciais. O display em questão possui 16 caracteres por 2 linhas, logo é capaz de mostrar até 16 caracteres por linha em duas linhas de texto.

Este modelo de display é muito utilizado em projetos eletrônicos por conta de sua baixa demanda de energia e compatibilidade simples com microcontroladores como o Arduino. Ele é instruído a mostrar mensagens, o que facilita a comunicação do usuário com o sistema e garante a visibilidade de todas as informações importantes durante o uso do dispositivo. A figura 8 retrata o modelo de display LCD utilizado neste projeto.

Figura 8 - Exemplo de display LCD.



Fonte: Eletrogate, 2024.

3.5 BOTÕES

Os botões presentes no protótipo integram a interface de controle manual do utilizador. Eles são dispositivos simples que possibilitam ao utilizador percorrer os menus do sistema, programar horários de medicação, escolher colunas de medicamentos e confirmar ou modificar as configurações do dispensador. Quando são pressionados, os botões mandam sinais elétricos para o Arduino, que decodifica estes sinais e realiza a ação correspondente, como programar um novo horário, por exemplo.

Botões são essenciais para a interação física com o sistema, fornecendo uma maneira intuitiva de controle para os usuários, especialmente os mais velhos, que podem não estar familiarizados com sistemas mais complicados. A opção por botões

físicos, como mostrados na figura 9, ajuda a manter a simplicidade do design, tornando mais fácil o uso diário do dispensador.

Figura 9 - Exemplo de botão.



Fonte: Elaborada pelo autor.

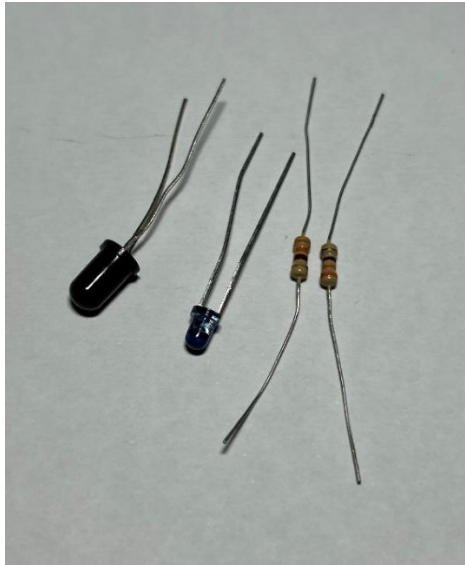
3.6 COMPONENTES ELETRÔNICOS

Os componentes eletrônicos necessários para construir alguns circuitos fundamentais para o funcionamento do protótipo foram:

- Resistores de 2,2K Ω ;
- Diodo infravermelho;
- Fototransistor;
- *Buzzer*;
- Pinos do tipo macho;
- Fonte DC de 5V;
- Placa PCB;

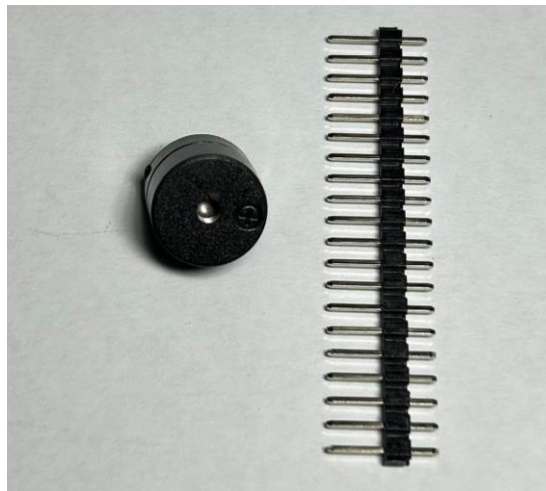
Resistores são utilizados para limitar a corrente elétrica, protegendo os demais componentes de possíveis sobrecargas. O diodo transmissor de infravermelho e um fototransistor formam o sensor responsável pela detecção das cápsulas. Quando uma cápsula corta o feixe de luz infravermelha entre o transmissor e o receptor, o sistema identifica a interrupção e ativa um alarme sonoro através do *buzzer*, alertando que a medicação foi liberada. Estes componentes são retratados nas figuras 10 e 11.

Figura 10 - Exemplos de componentes eletrônicos.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 11 - Exemplo de buzzer e pinos macho.



Fonte: Elaborada pelo autor.

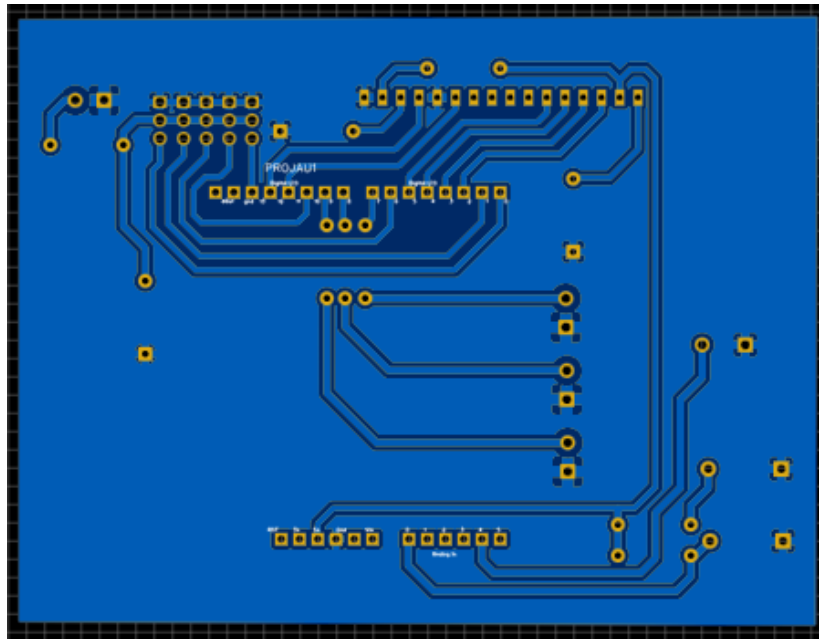
3.7 PROTOTIPADORA

A Protomat da LPK é uma máquina de prototipagem avançada, projetada para a fabricação precisa de circuitos impressos (PCBs) e o desenvolvimento ágil de protótipos eletrônicos. Com suas capacidades de fresagem, perfuração e usinagem, a PROTOMAT garante alta qualidade e precisão nas placas produzidas. O software CircuitPro, que acompanha a máquina, oferece ferramentas robustas para produção de PCBs, importando o arquivo em CAD e gerando o arquivo em CAM (converte modelos 3D ou 2D em instruções específicas). Neste projeto, a prototipadora foi

utilizada na elaboração da PCB, permitindo uma validação eficiente e rápida do design eletrônico.

Além disso, foram utilizados pinos do tipo macho para realizar conexões seguras e organizadas entre os componentes eletrônicos. Uma placa PCB, projetada no software EasyEDA, foi empregada para organizar e integrar esses componentes de forma eficiente e compacta dentro do protótipo. Um modelo de PCB projetada utilizando o EasyEDA é retratado na figura 12.

Figura 12 - Exemplo de placa de circuito impresso (PCB).



Fonte: Elaborada pelo autor.

3.8 FONTE DC

Para alimentar os servomotores, foi necessária uma fonte de tensão de 5V DC externa, pois a corrente exigida por esses servos motores é superior àquela que o arduino pode fornecer. Isso garante que os motores operem de maneira estável e sem sobrecarregar o microcontrolador, assegurando o funcionamento adequado do dispositivo.

3.9 CAPSULAS DE ACRÍLICO

Foram utilizadas pequenas capsulas de acrílico com diâmetro de 30 mm e altura de 25 mm, para o armazenamento das doses de medicamentos. Esses potes permitem que os medicamentos sejam organizados de forma prática e eficiente. Com essa configuração, é possível que o idoso armazene múltiplos medicamentos, que devem ser ingeridos em um mesmo período, em cápsulas dentro de uma única coluna,

facilitando o gerenciamento das doses e garantindo que as medicações sejam dispensadas no momento correto. O modelo de capsula é apresentado na figura 13.

Figura 13 - Capsula de acrílico utilizada no dispositivo.



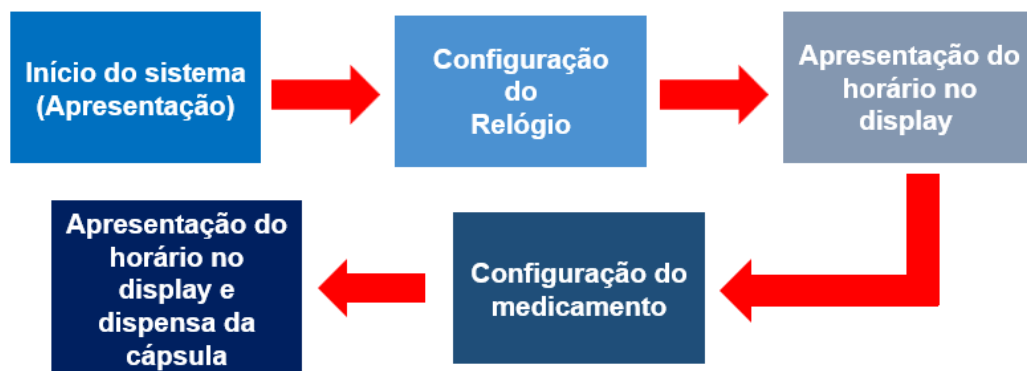
Fonte: Elaborada pelo autor.

4 DESENVOLVIMENTO DO PROTÓTIPO

4.1 ARQUITETURA DO SISTEMA

A lógica principal do sistema, apresentada na figura 14, inicia-se com a programação inicial do relógio interno, feita pelo usuário logo após o primeiro uso do aparelho. Este relógio serve como o ponto de partida para todos os cálculos de temporização e controle dos horários de dispensação. Através de um menu de configuração, o utilizador opta pela coluna de medicamentos a ser programada, estipula um intervalo de tempo (por exemplo, de 8 em 8 horas) e escolhe a hora de início da dispensação. Em seguida, as informações são armazenadas em variáveis internas para monitoramento.

Figura 14 - Fluxograma das etapas de configuração.



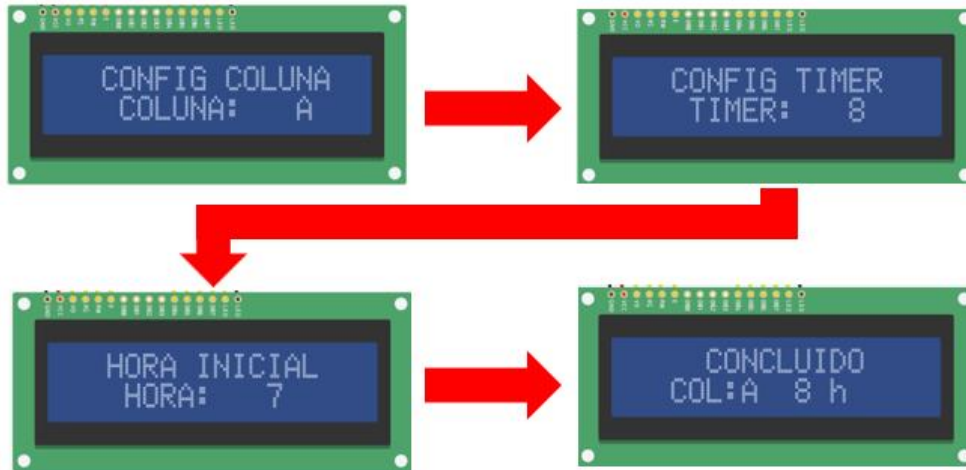
Fonte: Elaborada pelo autor.

O processo de verificação da hora é contínuo, pois o sistema compara constantemente o horário atual do relógio com o horário de início e o intervalo determinado pelo usuário. Quando o tempo estabelecido é alcançado, o sistema aciona o dispositivo de liberação, soltando a cápsula apropriada e reiniciando a contagem do cronômetro para a próxima tomada de medicação.

A figura 15 representa o processo de configuração individual de cada coluna e as interfaces apresentadas pelo visor. A configuração do dispositivo é simples e pode ser realizada tanto pelo idoso quanto por um cuidador, bastando acessar o menu de configuração pressionando o botão “*Enter*”. O primeiro passo é selecionar a coluna desejada entre as opções A, B, C, D ou E. Em seguida, o usuário escolhe o intervalo de tempo (*timer*) no qual o medicamento deve ser administrado, como, por exemplo, a cada 8 horas. Depois disso, o sistema solicita a definição da hora inicial (horário da primeira dose), garantindo que o medicamento seja dispensado no horário correto, independentemente de quando a programação foi realizada. Ao final do processo, o

display exibe uma mensagem de confirmação com a coluna e o intervalo de tempo configurados.

Figura 15 - Processo de configuração da medicação.



Fonte: Elaborada pelo autor.

A programação e o funcionamento de cada coluna são realizados de forma individual. A lógica empregada pelo protótipo após a configuração de uma coluna, por exemplo, a coluna “A”, é representada pelo fluxograma representado na figura 16.

Figura 16 - Fluxograma de funcionamento de cada coluna.

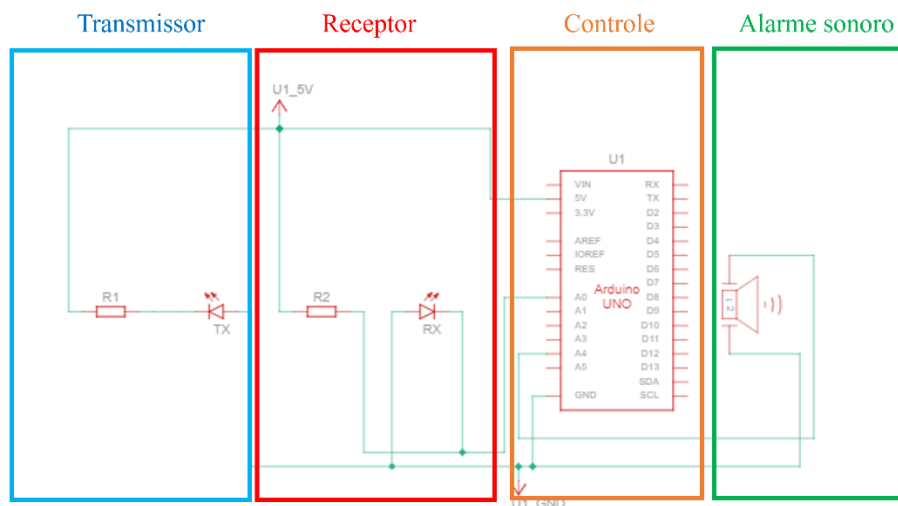


Fonte: Elaborado pelo autor.

Após a configuração individual de cada coluna (passo 1), o sistema válida a programação realizada. Quando a hora inicial programada para a primeira dose do medicamento coincide com a hora atual do relógio interno, a cápsula correspondente à coluna configurada é dispensada, e o timer é iniciado, estabelecendo o intervalo necessário para a administração do medicamento, como, por exemplo, a cada 8 horas. Em seguida, o dispositivo monitora a próxima dose, avaliando se o tempo estipulado pelo timer já foi alcançado após a liberação da cápsula. Se for o horário correto, o sistema libera novamente a cápsula e reinicia a contagem do timer.

Durante toda a operação, o sistema garante a segurança e a continuidade do fluxo utilizando sensores infravermelhos para detectar a interrupção do feixe de luz no momento da liberação da cápsula. Assim que a cápsula é dispensada e interrompe o feixe infravermelho, um alarme sonoro é acionado, permanecendo ativo até que a cápsula seja retirada da plataforma. A figura 17 representa o diagrama elétrico utilizado para o sensor infravermelho. O sensor é controlado pelo arduino, que recebe o sinal do corte do fluxo de luz e ativa o *buzzer* até que receba o sinal do fluxo de luz do sensor novamente.

Figura 17 - Diagrama elétrico do sensor infravermelho.

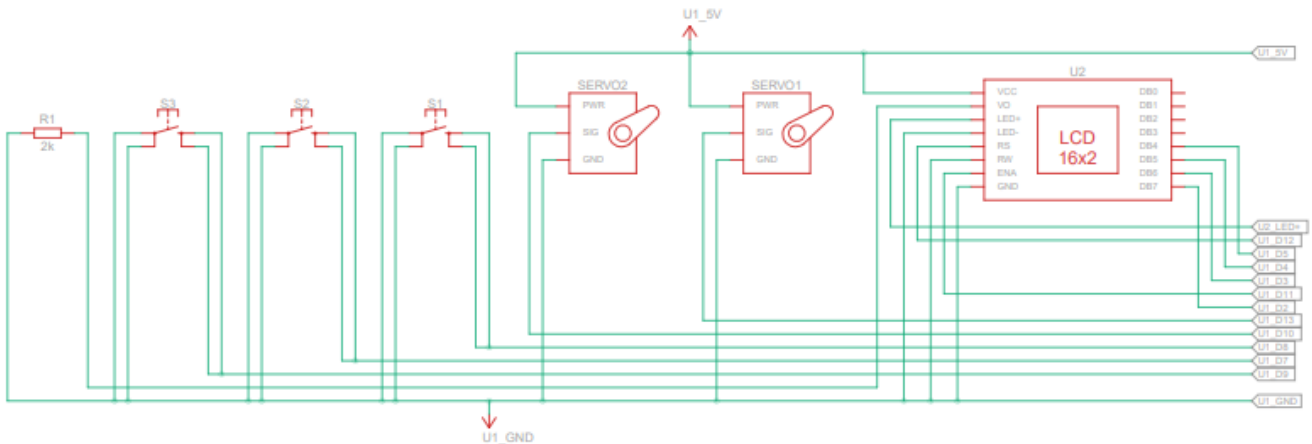


Fonte: Elaborado pelo autor.

A lógica é robusta e flexível, garantindo a precisão no controle dos horários, mesmo diante de interrupções momentâneas de energia ou ajustes de última hora nas configurações de medicação. Isso assegura que o aparelho atenda com segurança e confiabilidade às necessidades dos idosos, tornando mais fácil seguir o tratamento sem depender constantemente de cuidadores.

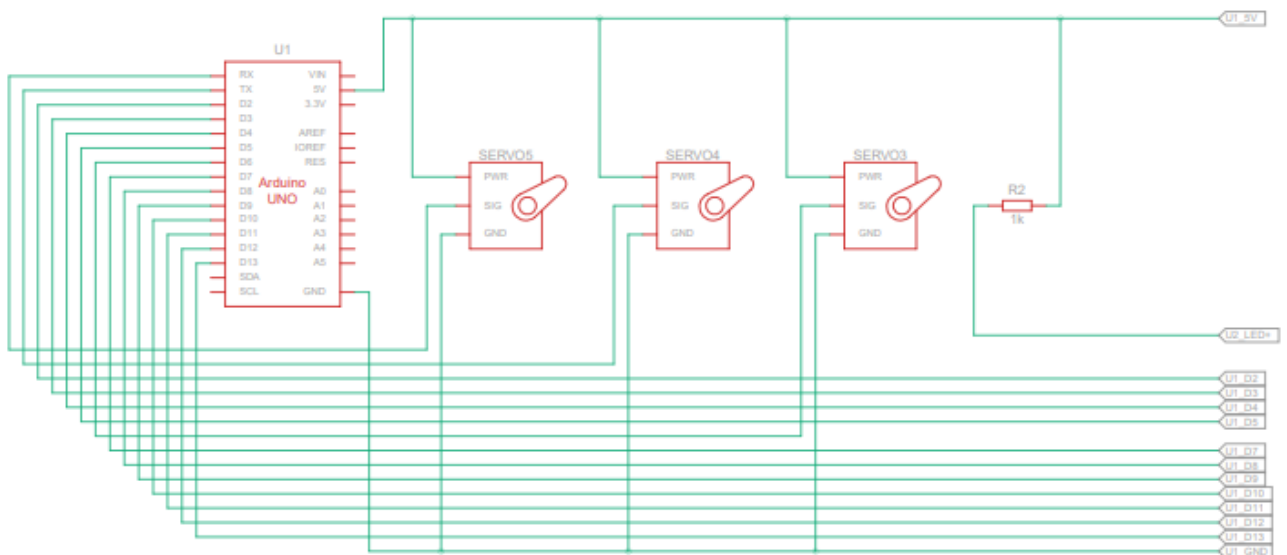
O projeto elétrico foi realizado utilizando o simulador Tinkercad, software da Autodesk, pois permite verificar o funcionamento do protótipo juntamente com o código simulado no Arduino. O diagrama elétrico do projeto está representado nas figuras 18 e 19 e o esquemático de montagem realizado no simulador é representado na figura 20.

Figura 18 - Diagrama elétrico (1).



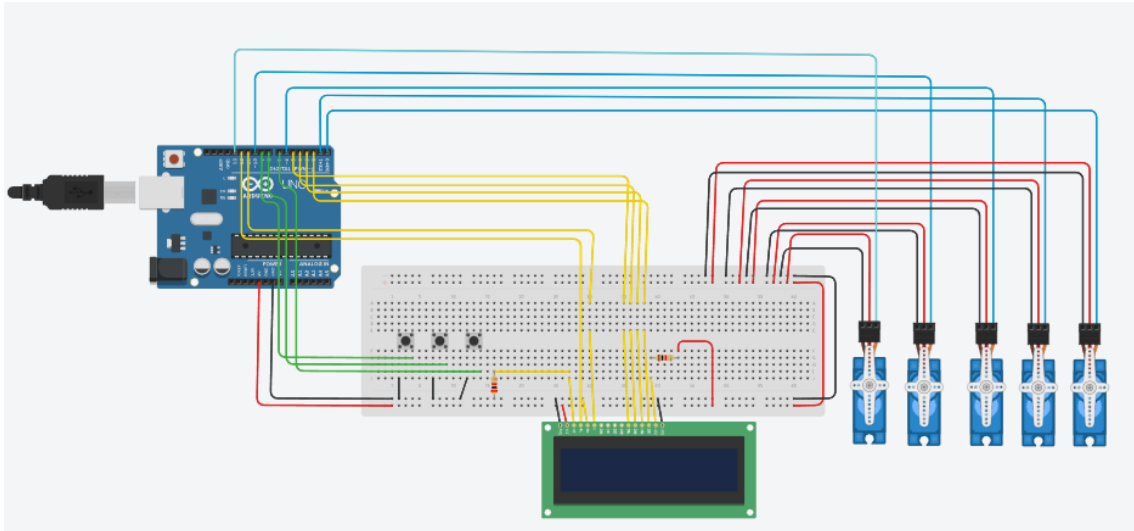
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 19 - Diagrama elétrico (2).



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 20 - Esquemático de montagem para simulação via Tinkercad.

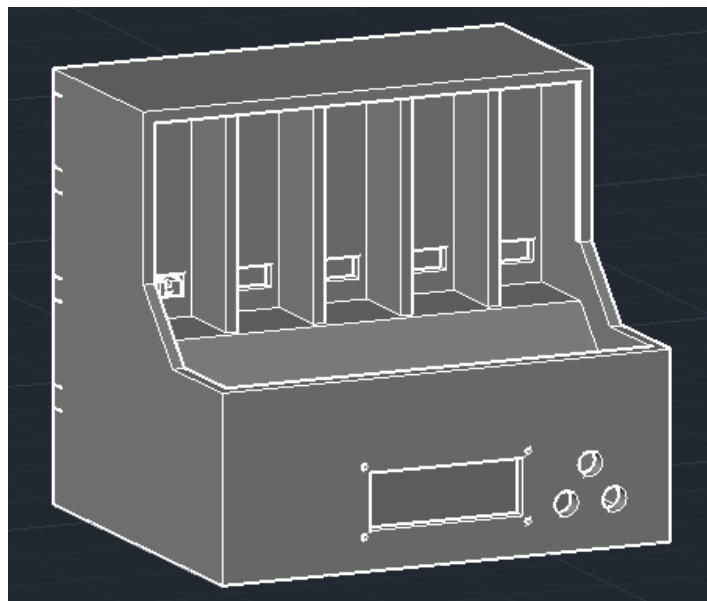


Fonte: Elaborada pelo autor.

4.2 DESIGN E ERGONOMIA DO PROTÓTIPO

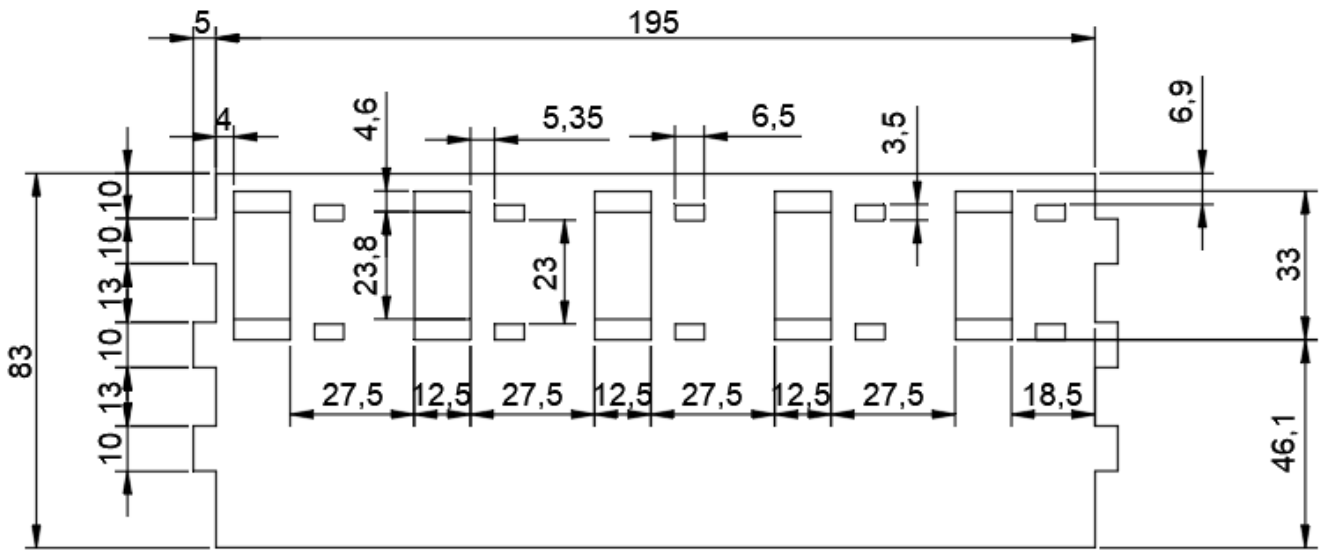
O design do dispositivo dispensador de medicamentos automático foi pensado para ser de simples utilização, desde a montagem até o seu funcionamento, através de peças que se conectam de forma modular, trazendo maior espaço para instalação do sistema eletrônico. A figura 21 apresenta a imagem simulada do protótipo proposto e as figuras da 22 até a 29 apresentam o projeto das peças do protótipo. A figura 30 apresenta a estrutura já impressa e montada.

Figura 21- Protótipo em 3D (Simulado).



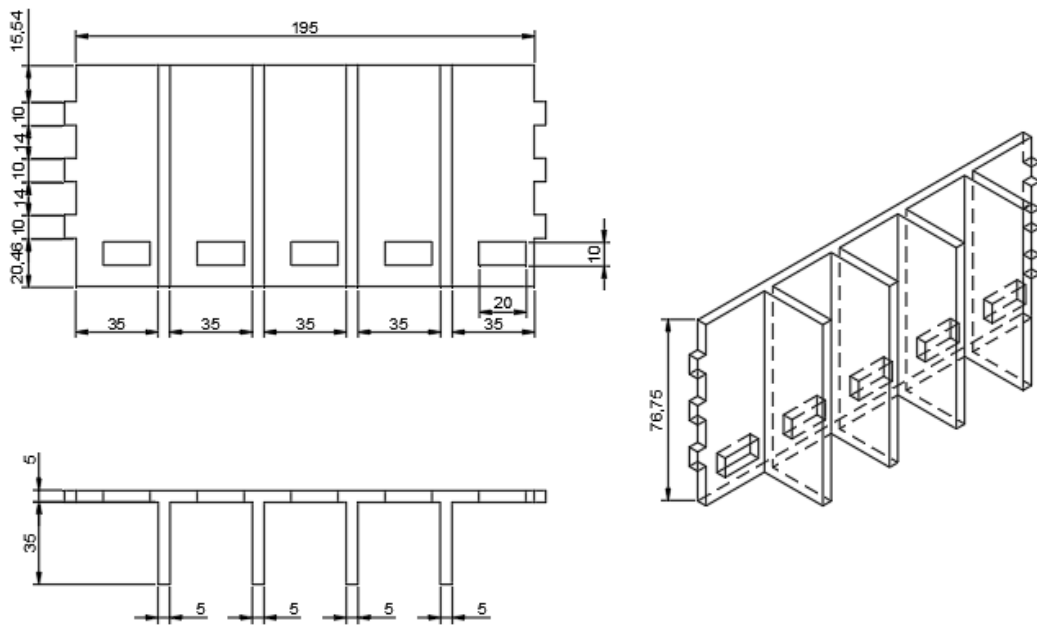
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 24- Base dos atuadores lineares.



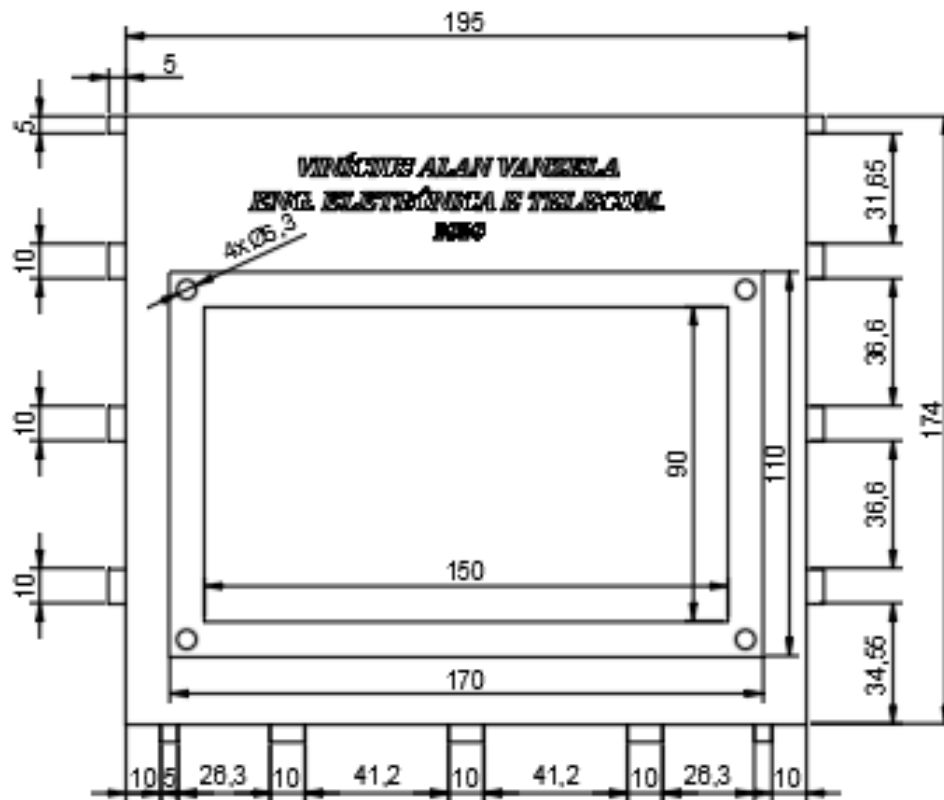
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 25- Colunas separadoras.



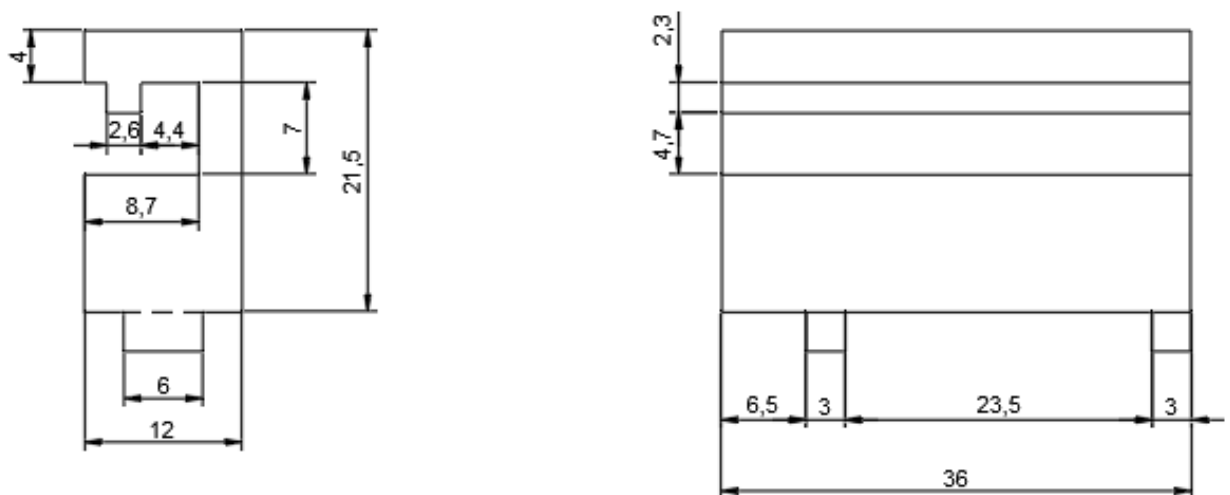
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 26 - Peça traseira.



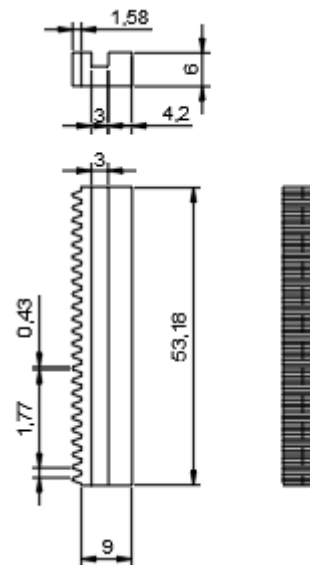
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 27 - Atuador linear (suporte).



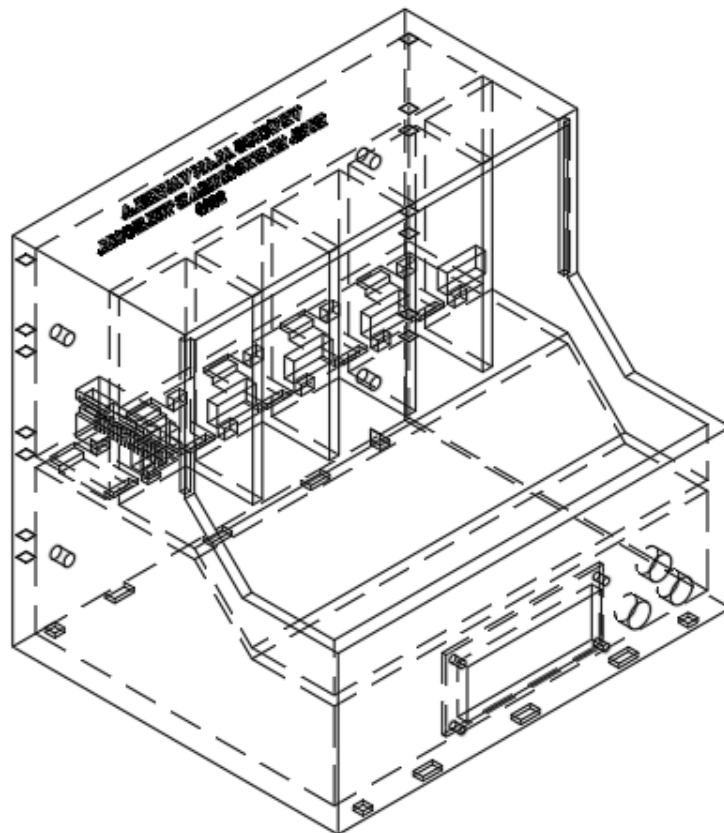
Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 28 - Atuador linear (Cremalheira).



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 29 - Protótipo montado visto em 3D (Desenho).



Fonte: Elaborada pelo autor.

Figura 30 - Protótipo físico montado.



Fonte: Elaborada pelo autor.

4.3 DESCRIÇÃO DOS MÓDULOS DO PRODUTO

A arquitetura do sistema do dispensador eletrônico de medicação é modular e integrada, com o microcontrolador Arduino Uno como núcleo de controle. Ele gerencia o tempo exato para a dispensação dos medicamentos, monitora sensores, ativa os servos motores e o alarme sonoro, além de controlar a interface com o usuário, garantindo a eficiência e funcionalidade do dispositivo. O sistema foi dividido em três módulos:

- Módulo de controle: O Arduino Uno opera o código central da arquitetura, controlando toda a lógica de maneira centralizada. Ele captura os dados dos botões de configuração, salva os horários programados para a medicação e verifica constantemente o relógio interno para assegurar a dispensa correta dos medicamentos. Atua nos servomotores que liberam cápsulas de medicamentos e supervisiona os sensores infravermelhos que detectam a saída das cápsulas do dispensador.
- Módulo de interação com o usuário: Formado por um visor de LCD e botões, esse módulo possibilita que o usuário defina os horários de tomar remédio e se comunique com o aparelho de maneira fácil e intuitiva. O visor de cristal líquido

apresenta dados sobre o horário presente, estado do aparelho e confirmações das configurações feitas, como o temporizador definido para cada seção de remédios.

- Módulo de Atuação: Envolve os servos motores, que são acionados nos horários programados para liberar as cápsulas de medicamentos. O corte do feixe infravermelho, detectado pelo sensor, confirma que a cápsula foi dispensada com sucesso. Se o feixe for interrompido, o sistema ativa o *buzzer*, emitindo um alarme sonoro para alertar o usuário.

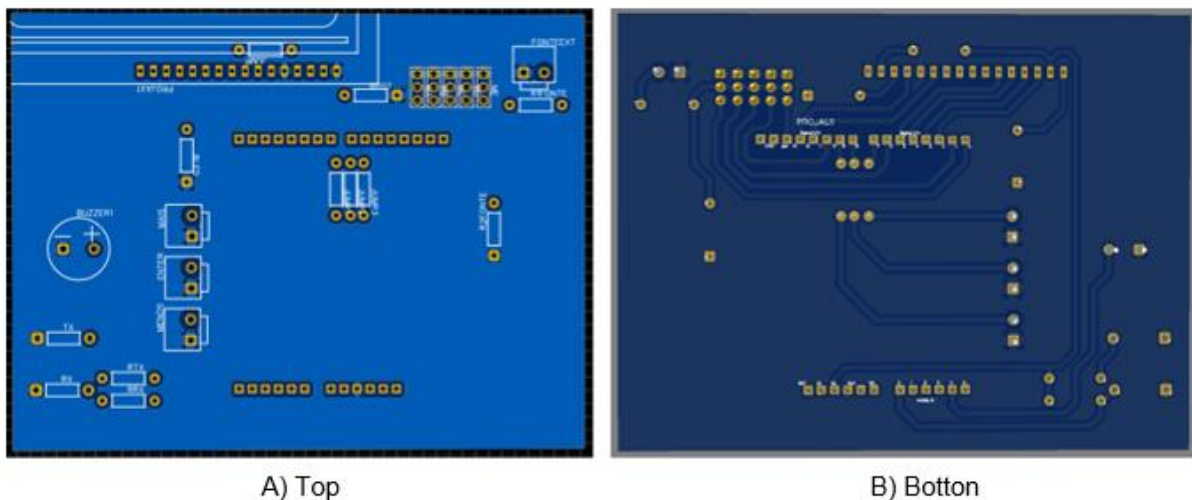
4.4 INTEGRAÇÃO DE SOFTWARE E HARDWARE

A combinação de software e hardware no desenvolvimento do dispensador de medicação eletrônico programável passou por diversas etapas essenciais para assegurar o correto funcionamento do dispositivo. A integração teve início com a montagem da estrutura mecânica e instalação dos elementos eletrônicos, tais como o Arduino Uno, os servos motores, os sensores infravermelho, o *buzzer*, o display LCD e os botões.

Utilizando o design feito no software AutoCAD, a montagem da estrutura física foi realizada com peças modulares impressas em 3D. As peças foram colocadas com precisão, possibilitando a adequada montagem dos componentes eletrônicos.

A disposição dos dispositivos eletrônicos foi feita via conexões de uma placa de circuito impresso(PCB) projetada no software EasyEDA, tornando mais fácil a organização e a ligação entre os componentes.

Figura 31 - Placa de circuito impresso projetada via software EasyEDA.



Fonte: Elaborada pelo autor.

Após a etapa de soldagem, montagem e instalação, os servos motores foram conectados a uma fonte de alimentação externa de 5V, integrada a PCB, já que requerem uma corrente elevada que excede a fornecida pelos pinos do Arduino.

Durante a etapa de integração, o software com o código do programa foi instalado no controlador. O código engloba a programação do relógio interno, a gestão do tempo de dispensação dos medicamentos, o comando dos servos motores e a supervisão dos sensores infravermelho. O software foi ajustado para efetuar verificações frequentes do horário programado, garantindo assim a dispensação correta da cápsula.

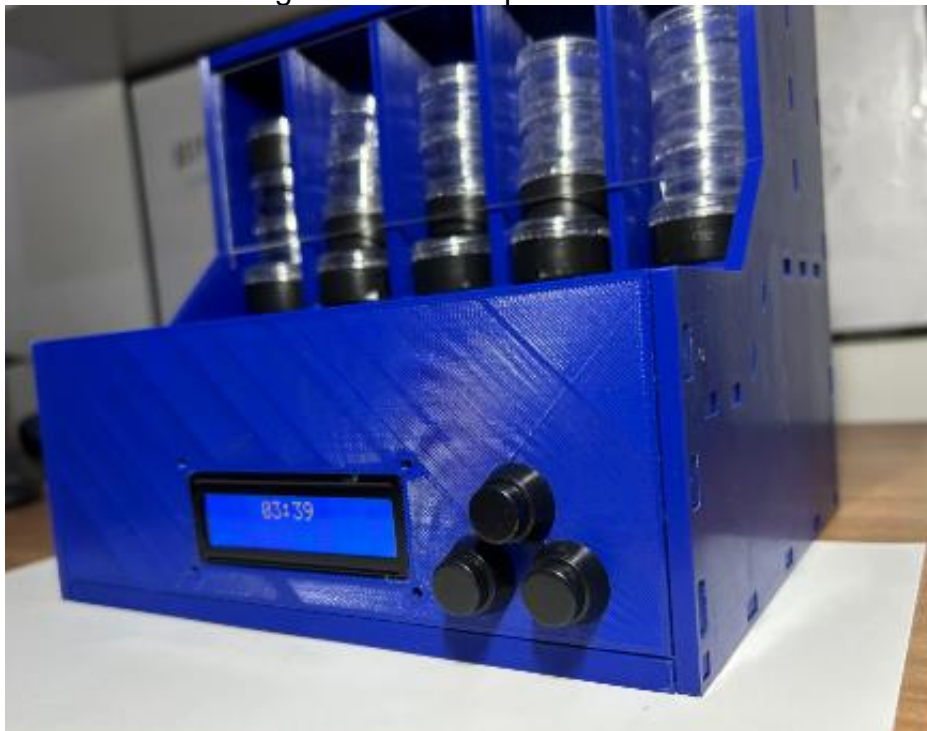
Diversos experimentos foram conduzidos para certificar o funcionamento do sistema. Inicialmente, foram realizados testes de controle e precisão nos servomotores para assegurar a correta dispensação dos medicamentos nos horários programados. Além do mais, foram feitos testes de tensão e corrente nos servo motores para verificar se a fonte de energia externa de 5V estava atendendo satisfatoriamente as necessidades, garantindo o funcionamento estável e eficaz do sistema.

Finalmente, o sistema foi submetido a testes operacionais abrangentes, onde se avaliaram as funções de dispensação, alarmes sonoros e interação com o usuário. Estes testes foram fundamentais para garantir que a comunicação entre o software e o hardware ocorresse de forma contínua e segura.

5 RESULTADOS

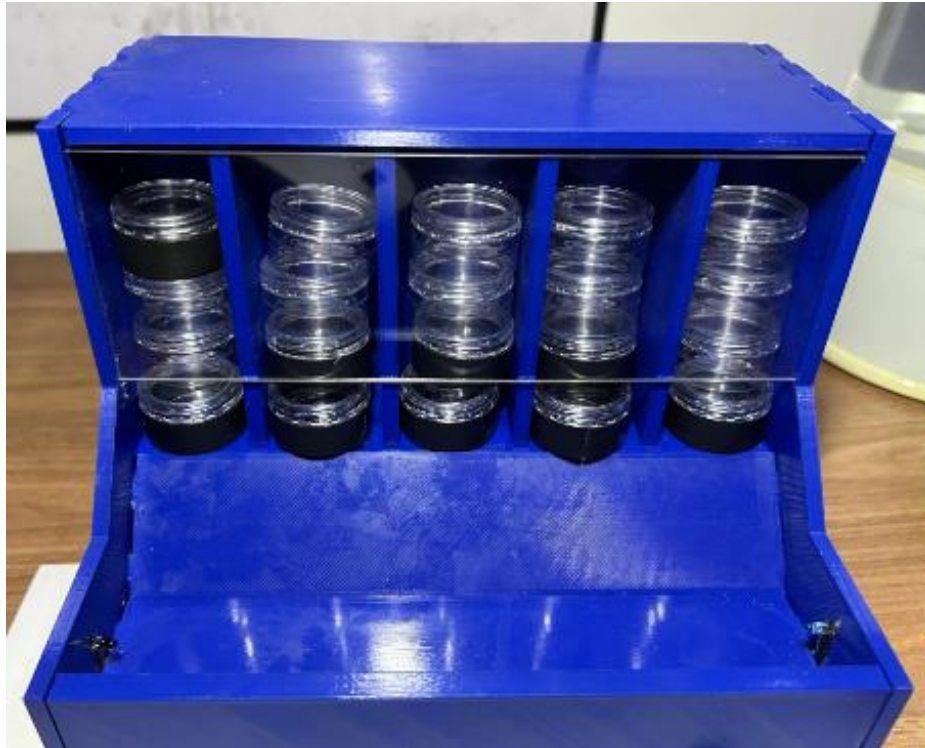
O protótipo finalizado apresenta uma estrutura robusta e funcional, projetada para atender às necessidades dos usuários idosos. Seu design modular, produzido com impressora 3D, facilita a montagem e oferece um acabamento estético agradável. A estrutura é otimizada para acomodar os componentes eletrônicos, garantindo eficiência e praticidade na operação. Durante os testes, o sistema eletrônico funcionou como esperado, demonstrando confiabilidade e eficácia na dispensação automatizada de medicamentos. As figuras 32 a 38 retratam o protótipo finalizado e funcionando.

Figura 32 - Protótipo finalizado.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 33 - Protótipo carregado com as cápsulas para medicamentos.



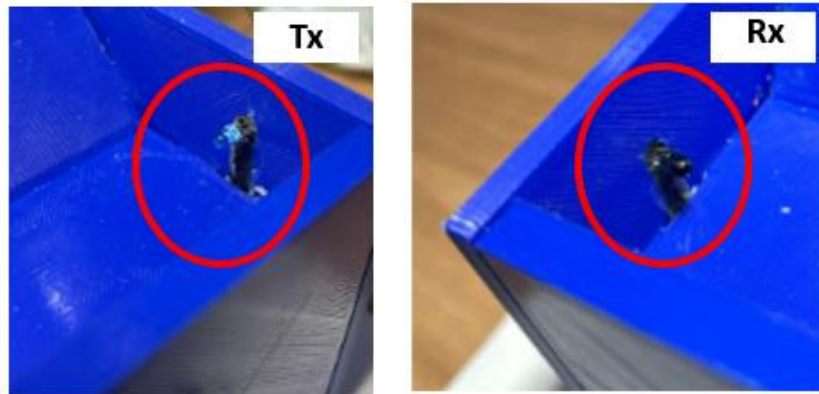
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 34 - Painel de frontal com display LCD e botões.



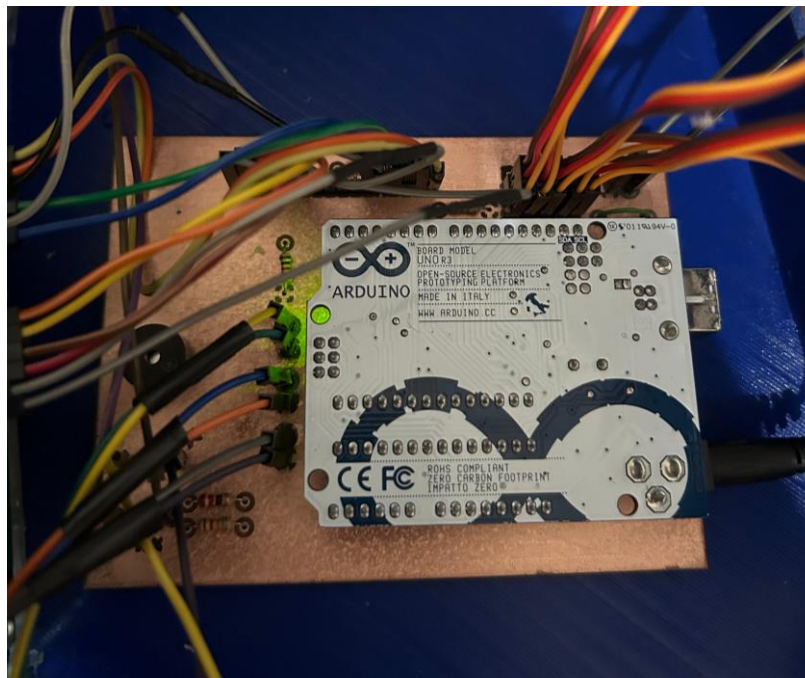
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 35 - Transmissor (Tx) e receptor (Rx) do sensor infravermelho.



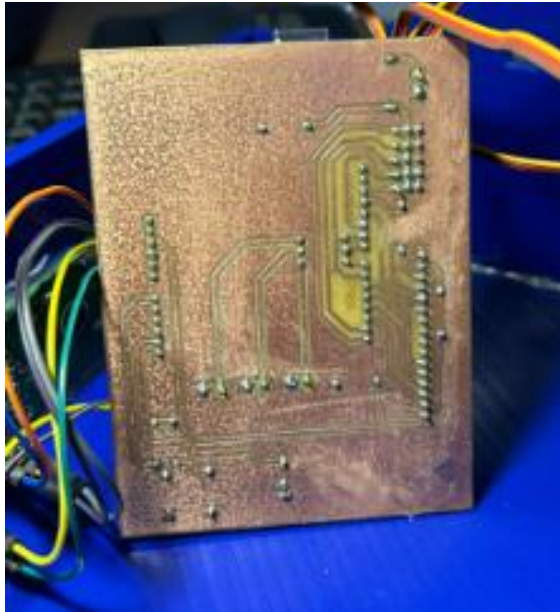
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 36 - PCB instalada no protótipo com todas as conexões.



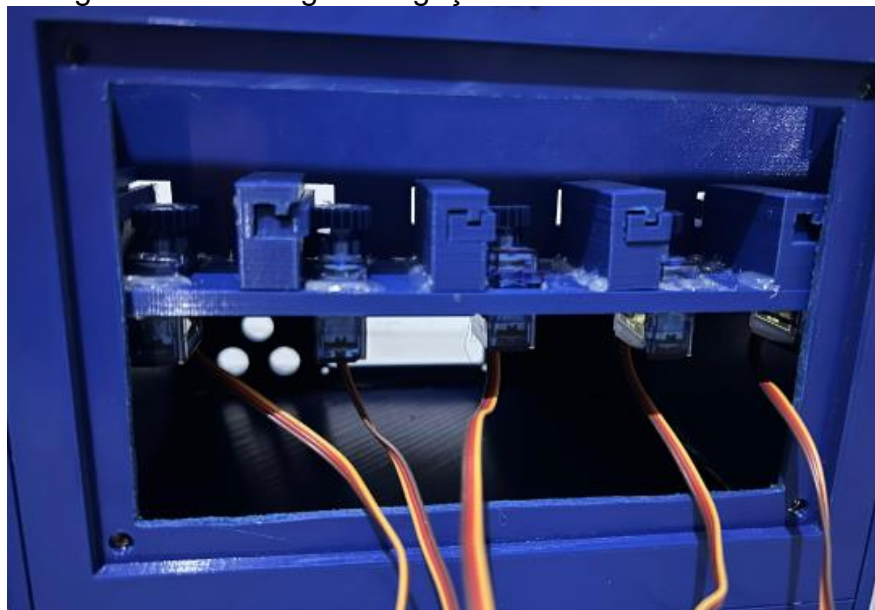
Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 37 - Parte traseira da PCB.



Fonte: Elaborado pelo autor.

Figura 38 - Montagem e ligação dos atuadores lineares.



Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1 AVALIAÇÃO DO PROTÓTIPO

A avaliação do protótipo foi realizada através de uma série de testes práticos, como testes de funcionamento em laboratório, teste de capacidade, teste prático com usuários idosos, e simulações que analisaram tanto a robustez do sistema quanto a experiência do usuário. O protótipo foi submetido a diferentes cenários, simulando o

uso diário por idosos, e se mostrou confiável na dispensação das cápsulas de medicamentos conforme os horários pré-programados.

O processo de programação dos horários foi intuitivo, facilitado pelos botões de interface e pelo display LCD, que orientava o usuário passo a passo. O alarme sonoro ativado pelo sensor infravermelho foi avaliado como eficaz ao garantir que a cápsula fosse liberada no momento correto, sem interferências. O sistema também foi capaz de verificar continuamente os horários e manter a sincronização com o relógio interno, oferecendo confiabilidade na execução da função de dispensação.

5.2 BENEFÍCIOS E LIMITAÇÕES DO PROTÓTIPO

O desenvolvimento de um protótipo de dispensador eletrônico de medicação programável traz uma série de vantagens que visam facilitar o dia a dia da população idosa, garantindo maior autonomia na administração da medicação. Contudo, como qualquer tecnologia, o projeto também enfrenta limitações que precisam ser reconhecidas para futuras melhorias e refinamentos.

Benefícios:

- Automação e precisão: O protótipo oferece uma solução automatizada para a administração de medicamentos, reduzindo o risco de erros humanos, como a administração em horários incorretos ou doses esquecidas.
- Facilidade de uso: A interface simples e intuitiva permite que o próprio idoso ou um cuidador configure o dispositivo facilmente. O menu de navegação e o display LCD fornecem instruções claras para a configuração dos horários e períodos de dispensação.
- Acessibilidade: A utilização de componentes de baixo custo, como o Arduino Uno e sensores infravermelhos, torna o dispositivo acessível para uma ampla faixa da população.
- Modularidade: O design modular facilita tanto a montagem quanto a manutenção, permitindo que as peças sejam facilmente substituídas ou atualizadas conforme necessário.
- Redução de erros médicos: A administração precisa dos medicamentos, em doses corretas e horários exatos, melhora a adesão ao tratamento e reduz a sobrecarga de cuidadores e profissionais de saúde.

Limitações:

- Capacidade de armazenamento e processamento: O uso de uma placa Arduino Uno impõe limitações na capacidade de armazenamento de dados, pois o microcontrolador possui uma memória reduzida em comparação com soluções mais avançadas, como SBCs (*Single-Board Computers*).
- Dependência de energia elétrica: O dispositivo é dependente de uma fonte de energia constante. Em caso de falta de energia, o sistema reinicia totalmente, o que exige que o usuário reconfigure todos os horários e doses.
- Ausência de um relógio RTC (*Real-Time Clock*): Sem um módulo RTC, o protótipo não mantém o horário real quando a energia é desligada, o que compromete a precisão da programação após reinicializações. A adição de um RTC poderia solucionar esse problema, permitindo que o sistema continue operando no horário correto mesmo após quedas de energia.

6 CONCLUSÃO

O projeto do dispensador eletrônico de medicação programável reflete o resultado de diversas etapas que englobaram desde o planejamento até a implementação e validação final. Durante o processo, foram desenvolvidas soluções que buscam atender às necessidades específicas da população idosa, promovendo maior segurança no uso de medicamentos. Os testes realizados para verificar o funcionamento do protótipo mostraram que o dispositivo atende ao objetivo de dispensar medicamentos nos horários programados, além da simplicidade na operação.

Este projeto também foi uma oportunidade para aplicar na prática as habilidades adquiridas ao longo da graduação e em projetos de pesquisa, como conhecimentos em eletrônica, programação de sistemas embarcados, desenvolvimento de protótipos em CAD e integração de hardware e software. O resultado demonstra não apenas a funcionalidade do protótipo, mas também o impacto positivo que essa solução pode trazer para a qualidade de vida da população idosa, oferecendo um dispositivo acessível, eficiente e adaptado às suas necessidades.

O dispensador se destaca por ser uma solução de baixo custo e de fácil utilização. Ao utilizar componentes acessíveis e disponíveis no mercado, garantimos que a tecnologia seja uma ferramenta que todos possam utilizar. A interface intuitiva do sistema permite que tanto os idosos quanto seus cuidadores programem os horários de dispensação de forma simples, promovendo a autonomia dos usuários e reduzindo a dependência de terceiros.

A possibilidade de personalização do protótipo o torna ainda mais eficaz, já que pode ser ajustado às necessidades específicas de cada usuário. O uso de tecnologias como Arduino e impressoras 3D facilita a produção em menor escala, possibilitando melhorias contínuas com base no feedback dos usuários. Com foco no custo-benefício, o dispensador minimiza as despesas associadas ao gerenciamento de medicamentos, prevenindo erros que podem resultar em complicações de saúde e gastos elevados com tratamentos.

Em suma, esta solução não apenas atende a uma demanda crescente por tecnologias assistivas, mas também promove a inclusão e a acessibilidade para a população idosa, contribuindo significativamente para a melhoria da qualidade de vida de forma prática e econômica.

6.1 TRABALHOS FUTUROS

Com base no desenvolvimento deste projeto, identificaram-se diversas possibilidades para aprimoramentos e expansões em trabalhos futuros. Entre elas, destaca-se a implementação de sensores adicionais para monitorar o nível das cápsulas em cada coluna. Essa funcionalidade aumentaria a eficiência do dispositivo, garantindo que os usuários sejam informados com antecedência para reposição.

Outra melhoria relevante seria o desenvolvimento de uma bateria integrada ao dispensador, eliminando a necessidade de manter o dispositivo constantemente conectado à rede elétrica. Essa solução tornaria o sistema mais versátil e portátil, além de ampliar sua aplicabilidade em ambientes com acesso limitado à energia.

Adicionalmente, sugere-se a utilização de sistemas mais robustos que permitam a recuperação das configurações programadas em caso de falha ou perda de energia. Essa funcionalidade asseguraria que as doses de medicamentos não sejam comprometidas, garantindo maior confiabilidade e segurança para os usuários.

Por fim, o uso de tecnologias mais avançadas, como visores de alta resolução e sensores mais sofisticados, poderia trazer melhorias significativas na funcionalidade e usabilidade do dispensador. Essas inovações permitiriam um desempenho mais eficiente e uma interface mais amigável, tornando o dispositivo ainda mais acessível e adequado às necessidades dos usuários.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] IBGE. *Projeções da população*. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/>. Acesso em: 8 out. 2024.
- [2] FIOCRUZ. *Um em cada três idosos usa mais de dois medicamentos por dia, aponta estudo da ENSP/Fiocruz*. Canal Saúde, 07 ago. 2012. Disponível em: <https://www.canalsaude.fiocruz.br/noticias/noticiaAberta/um-em-cada-tres-idosos-usa-mais-de-dois-medicamentos-por-dia-aponta-estudo-da-enspfiocruz-2012-08-07#:~:text=A%20pesquisa%20apontou%20que%2035,subiu%20para%2042%2C7%25>. Acesso em: 17 out. 2024.
- [3] O GLOBO. *As dificuldades dos idosos que tomam muitos remédios*. O Globo, 28 dez. 2015. Disponível em: <https://oglobo.globo.com/saude/as-dificuldades-dos-idosos-que-tomam-muitos-remedios-18380469>. Acesso em: 17 out. 2024.
- [4] VERTESAÚDE. *Farmácia e automedicação: riscos do uso excessivo de remédios*. Verte Saúde, 14 jul. 2021. Disponível em: <https://www.vertesaude.com.br/fique-por-dentro/noticias/169-farmacia-remedios>. Acesso em: 17 out. 2024.
- [5] MCROBERTS, Michael. *Arduino Básico*. 2. ed. São Paulo: Novatec Editora, 2015.
- [6] GITLIN, Laura N.; CZAJA, Sara J. *Behavioral Intervention Research: Designing, Evaluating, and Implementing*. New York: Springer Publishing Company, 2015.
- [7] SCHWARZ, Brenda; JAMES, Betsy D.; MITZNER, Tracy L.; BECKER, Sara. *Assistive Technologies and Other Supports for People with Dementia*. New York: Springer, 2014.
- [8] COUGHLIN, Joseph F.; D'AMBROSIO, Lisa A.; REIMER, Bryan; PRATT, Michael R. Older adult perceptions of smart home technologies: Implications for adoption. *Journal of Gerontological Social Work*, New York, v. 49, n. 1-2, p. 17-29, 2007.

- [9] Aronson, J. K. (2009). Medication errors resulting from the confusion of drug names. *Expert Opinion on Drug Safety*, 8(5), 583-590.
- [10] Capoccia, K. L., et al. (2016). Medication adherence with automated dispensing devices: A systematic review. *The Annals of Pharmacotherapy*, 50(7), 604-612.
- [11] Sloane, P. D., et al. (2015). The role of automated medication dispensing systems in long-term care settings. *Journal of the American Medical Directors Association*, 16(10), 807-812.
- [12] MULVENNA, Maurice; WRIGHT, Philip; SCOTT, Bernadette; MORRISSEY, Anthony. Evaluation of Medication Dispensing Technologies for Older Adults. In: *International Conference on Smart Homes and Health Telematics*. Springer, Cham, 2017. p. 38-46.
- [13] MONK, Simon. *Programming Arduino: Getting Started with Sketches*. 2. ed. New York: McGraw-Hill Education, 2016.
- [14] CASA DE REPÓSIO EM FAMÍLIA. Saiba quais são as doenças comuns em idosos. [S.I.], 2024. Disponível em: <https://www.casaderepousoemfamilia.com.br/cuidado-com-idosos/saiba-quais-sao-as-doencas-comuns-em-idosos/>. Acesso em: 30 out. 2024.
- [15] SENCOREL. [S. I.], 2024. Disponível em: <https://semcorel.com/>. Acesso em: 30 out. 2024.
- [16] LEMON BR. *Cadeira de rodas motorizada: cadeira de rodas elétrica*. [S. I.], 2024. Disponível em: https://www.lemonbr.com/MLB-4414985114-cadeira-de-rodas-motorizada-cadeira-de-rodas-eletrica-_JM. Acesso em: 30 out. 2024.
- [17] AMAZON. *Dispensador automático de comprimidos*. [S. I.], 2024. Disponível em: <https://www.amazon.com.br/Dispensador-comprimidos-organizador-medicamentos-eletr%C3%B4nicos/dp/B0963BG8RX>. Acesso em: 30 out. 2024.

- [18] ELETROGATE. *Guia completo do display LCD Arduino*. Disponível em: <https://blog.eletrogate.com/guia-completo-do-display-lcd-arduino/>. Acesso em: 21 nov. 2024.
- [19] 3D FILA. *Ender 3 V3 SE: a impressora 3D ideal para iniciantes em 2024 - guia completo*. Disponível em: <https://blog.3dfila.com.br/ender-3-v3-se-a-impressora-3d-ideal-para-iniciantes-em-2024-guia-completo/>. Acesso em: 21 nov. 2024.
- [20] AUTODESK. AutoCAD. [S. l.], 2024. Disponível em: <https://www.autodesk.com.br/products/autocad/overview>. Acesso em: 30 out. 2024.
- [21] GIBSON, David. *AutoCAD 2021 for the Interior Designer*. 3. ed. Hoboken: Wiley, 2020.
- [22] RIFAI, Mohammed; SHALABY, Ayman. *3D Printing: Principles and Applications*. 1. ed. London: Springer, 2017.
- [23] DODD, Graham; MAHMOOD, Z. *3D Printing: A Comprehensive Guide to 3D Printing for Beginners*. 1. ed. London: CreateSpace Independent Publishing Platform, 2016.
- [24] THOMPSON, M. K., et al. Advanced 3D printing technologies for biomedical applications. *Nature Reviews Materials*, v. 1, n. 3, p. 1-22, 2016.
- [25] BAKER, R. *Introduction to G-code: Understanding CNC Programming*. Disponível em: <https://www.example.com/introduction-to-g-code>. Acesso em: 21 nov. 2024.

APÊNDICE 1 – APRESENTAÇÃO DO CÓDIGO UTILIZADO NA PROGRAMAÇÃO DO DISPENSADOR DE MEDICAMENTOS AUTOMÁTICO.

```
#include <LiquidCrystal.h>
#include <Servo.h>
#define SLC 8
#define LFT 9
#define RGH 7

//Configurando LCD
LiquidCrystal lcd(12, 11, 5, 4, 3, 2);

//Definindo as funções
void intro();
void Coluna();
void Timer();
void Contador();
void hora();
void H_inicial();

int opt=0;
int const maxOpt = 2;
bool key= false;
bool var_reset=0;
bool var_menu=0;

//Variaveis para Colunas
char v_coluna = 'A';
int var_col=0;

//Variaveis para Timer
int var_timer =0;
int v_timer = 0;
int v_timer1=0;
```

```
int v_timerA=0;
int v_timerB=0;
int v_timerC=0;
int v_timerD=0;
int v_timerE=0;

// Variaveis Hora inicial
int v_horaA=0;
int v_horaB=0;
int v_horaC=0;
int v_horaD=0;
int v_horaE=0;

bool flagA=0;
bool flagB=0;
bool flagC=0;
bool flagD=0;
bool flagE=0;

// Variaveis para contador
const int servoA = 13; //definição do pino servo
const int servoB = 10;
const int servoC = 6;
const int servoD = 1;
const int servoE = 0;
unsigned long intervalo = 0; //variavel do intervalo
unsigned long ult_tempoA = 0; // variavel para armazenar o tempo da ultima
atualização
unsigned long ult_tempoB = 0;
unsigned long ult_tempoC = 0;
unsigned long ult_tempoD = 0;
unsigned long ult_tempoE = 0;
const unsigned long dur_pulso = 1500; //delay entre giros servo
```

```
bool servoLigado = false; //verificar o estado do servo
unsigned long tempoAtual = 0;
bool tomar = false;

// variaveis config hora
int var_hora=0;
int v_hora=0;
unsigned long t_60 = 0;

//variaveis config minutos
int var_min=0;
int v_min=0;

// variaveis servo motor
int pos = 0;
Servo servo1;
Servo servo2;
Servo servo3;
Servo servo4;
Servo servo5;

//variaveis Alarme
const int sensor = A0; // Pino conectado ao sensor
const int buzzer = A4; // Pino conectado ao positivo do buzzer

void setup(){

  lcd.begin(16,2);

  pinMode(SLC, INPUT_PULLUP);
  pinMode(LFT, INPUT_PULLUP);
  pinMode(RGH, INPUT_PULLUP);

  intro();
```

```
hora();

t_60= millis();

// definição das portas para os servos
servo1.attach(servoA, 500, 2500);
servo1.write(180);
servo2.attach(servoB, 500, 2500);
servo2.write(180);
servo3.attach(servoC, 500, 2500);
servo3.write(180);
servo4.attach(servoD, 500, 2500);
servo4.write(180);
servo5.attach(servoE, 500, 2500);
servo5.write(180);

// Configura o pino do sensor como entrada
pinMode(sensor, INPUT);

// Configura o pino do buzzer como saída
pinMode(buzzer, OUTPUT);
// Fim void setup
}

void loop(){ // relógio
  if(digitalRead(SLC)==LOW){
    Coluna();
    delay(300);
  }

  lcd.setCursor(5,0);
  if (v_hora < 10){
    lcd.print("0");
    lcd.print(v_hora); }
}
```

```

else {
    lcd.print(v_hora);}
lcd.print(":");
if (v_min < 10){
    lcd.print("0");
    lcd.print(v_min);}
else {
    lcd.print(v_min);}

if(millis()- t_60 > 60000){ // alterar aqui caso queira aumentar a velocidade do relógio.
Colocar 1000 para 1h=1m
    v_min += (millis()-t_60)/60000;
    t_60 = millis();
    if(v_min >= 60){v_min-=60;v_hora++;}
    if(v_hora >= 24){v_hora -= 24;}
}

// Obtém o tempo atual

tempoAtual = v_hora;
Contador();
// codigo do alarme
// Lê o valor do sensor infravermelho
int sensorValue = digitalRead(sensor);

// Verifica se o sinal foi cortado (LOW)
if (sensorValue == LOW) {
    // Se o sinal estiver cortado, acende o LED
    digitalWrite(buzzer, LOW);
} else {
    // Se o sinal estiver presente, apaga o LED
    digitalWrite(buzzer, HIGH);
    delay(200);
    digitalWrite(buzzer, LOW);
}

```

```
    delay(200);
  }
}

void hora(){ // configuração da hora do relógio
  lcd.clear();
  delay(500);

  lcd.setCursor(2,0);
  lcd.print("CONFIG HORA  ");

  var_hora = 1;

  while(var_hora){
    lcd.setCursor(0,1);
    if (v_hora < 10){
      lcd.print("0");
      lcd.print(v_hora);
      lcd.print(":00 ");}
    else {
      lcd.print(v_hora);
      lcd.print(":00 ");}

    //delay(500);

    if(digitalRead(SLC)== LOW){
      var_hora = 0;
      delay(500);
    }

    if (digitalRead(RGH)== LOW) {
```

```
// Incrementa a timer, circularmente de 1 a 24
v_hora++;
  delay(500);
if (v_hora > 23) {

  v_hora = 0;
}
}
if (digitalRead(LFT)== LOW) {
  // Incrementa a timer, circularmente de 1 a 24
  v_hora--;
  delay(500);
  if (v_hora < 0) {

    v_hora = 23;}
}
} //fim while hora
delay(500);

lcd.setCursor(2,0);
lcd.print("CONFIG MINUTO  ");

var_min = 1;
while(var_min){
  lcd.setCursor(3,1);
  if (v_min < 10){
    lcd.print("0");
    lcd.print(v_min);}
  else {
    lcd.print(v_min);}

  //delay(500);
```

```
if(digitalRead(SLC)== LOW){
  var_min = 0;
  delay(500);
}

if (digitalRead(RGH)== LOW) {
  // Incrementa a timer, circularmente de 1 a 24
  v_min++;
  delay(500);
  if (v_min > 59) {
    v_min = 0;
  }
}

if (digitalRead(LFT)== LOW) {
  // Incrementa a timer, circularmente de 1 a 24
  v_min--;
  delay(500);
  if (v_min < 0) {
    v_min = 59;}
}

} //fim while
lcd.clear();
}

void intro(){

  lcd.setCursor(16,0);
  lcd.print("DISPENMED");
  for(int i=0; i< 14; i++){
    lcd.scrollDisplayLeft();
    delay(80);
  }
  delay(1000);
  for(int i=0; i< 14; i++){
```

```
    lcd.scrollDisplayRight();  
    delay(80);  
}  
delay(1000);
```

```
}// Fim void intro
```

```
// Configurando as escolha das colunas
```

```
void Coluna(){  
    lcd.clear();  
    delay(500);  
    lcd.setCursor(2,0);  
    lcd.print("CONFIG COLUNA ");
```

```
var_col = 1;
```

```
while(var_col){  
    lcd.setCursor(0,1);  
    lcd.print(" COLUNA: ");  
    lcd.print(v_coluna);  
    //delay(500);
```

```
    if(digitalRead(SLC)== LOW){  
        Timer();  
        var_col = 0;  
        delay(300);  
    }
```

```
    if (digitalRead(RGH)== LOW) {  
        // Incrementa a coluna, circularmente de 'A' a 'E'  
        v_coluna++;  
        delay(500);  
        if (v_coluna > 'E') {
```

```

    v_coluna = 'A';
  }
}
if (digitalRead(LFT)== LOW) {
  // Descrece a coluna, circularmente de 'E' a 'A'
  v_coluna--;
  delay(500);
  if (v_coluna < 'A') {
    v_coluna = 'E';}
  }
}

} // Fim void Coluna

void Timer(){ // configuração do timer para as colunas
  lcd.clear();
  delay(500);

  lcd.setCursor(2,0);
  lcd.print("CONFIG TIMER  ");

  var_timer = 1;

  while(var_timer){
    lcd.setCursor(0,1);
    lcd.print("  TIMER: ");
    lcd.print(v_timer);
    //delay(500);

    if(digitalRead(SLC)== LOW){
      var_timer = 0;
      delay(500);
    }
  }
}

```

```

}

if (digitalRead(RGH)== LOW) {
  // Incrementa a timer, circularmente de 1 a 24
  v_timer++;
  delay(500);
  if (v_timer > 24) {
    lcd.clear();
    v_timer = 0;
  }
}

if (digitalRead(LFT)== LOW) {
  // Incrementa a timer, circularmente de 1 a 24
  v_timer--;
  delay(500);
  if (v_timer < 0) {
    lcd.clear();
    v_timer = 24;}
}

if (v_coluna=='A'){v_timerA=v_timer;}
if (v_coluna=='B'){v_timerB=v_timer;}
if (v_coluna=='C'){v_timerC=v_timer;}
if (v_coluna=='D'){v_timerD=v_timer;}
if (v_coluna=='E'){v_timerE=v_timer;}
}
H_inicial();

} //Fim void Timer

void H_inicial(){
  lcd.clear();
  delay(500);

```

```
lcd.setCursor(2,0);  
lcd.print("HORA INICIAL ");
```

```
var_timer = 1;  
v_timer1= 0;
```

```
while(var_timer){  
  lcd.setCursor(0,1);  
  lcd.print(" HORA: ");  
  lcd.print(v_timer1);  
  //delay(500);
```

```
  if(digitalRead(SLC)== LOW){  
    var_timer = 0;  
    delay(500);  
  }  
}
```

```
if (digitalRead(RGH)== LOW) {  
  // Incrementa a timer, circularmente de 1 a 24  
  v_timer1++;  
  delay(500);  
  if (v_timer1 > 24) {  
    lcd.clear();  
    v_timer1 = 0;  
  }  
}
```

```
if (digitalRead(LFT)== LOW) {  
  // Incrementa a timer, circularmente de 1 a 24  
  v_timer1--;  
  delay(500);  
  if (v_timer1 < 0) {
```

```

    lcd.clear();
    v_timer1 = 24;}
}

if (v_coluna=='A'){v_horaA=v_timer1; flagA=LOW;}
if (v_coluna=='B'){v_horaB=v_timer1; flagB=LOW;}
if (v_coluna=='C'){v_horaC=v_timer1; flagC=LOW;}
if (v_coluna=='D'){v_horaD=v_timer1; flagD=LOW;}
if (v_coluna=='E'){v_horaE=v_timer1; flagE=LOW;}
}

lcd.clear();
lcd.setCursor(1,0);
lcd.print(" CONCLUIDO ");
lcd.setCursor(2,1);
lcd.print("COL:");
lcd.setCursor(6,1);
lcd.print(v_coluna);
lcd.setCursor(9,1);
lcd.print(v_timer);
lcd.setCursor(11,1);
lcd.print("h");
delay(3000);
lcd.clear();

} // fim hora inicial

void Contador(){
    if(v_horaA == v_hora && flagA==LOW){flagA=HIGH;ult_tempoA=-v_timerA;}
    if(v_horaB == v_hora && flagB==LOW){flagB=HIGH;ult_tempoB=-v_timerB;}
    if(v_horaC == v_hora && flagC==LOW){flagC=HIGH;ult_tempoC=-v_timerC;}
    if(v_horaD == v_hora && flagD==LOW){flagD=HIGH;ult_tempoD=-v_timerD;}
    if(v_horaE == v_hora && flagE==LOW){flagE=HIGH;ult_tempoE=-v_timerE;}
}

```

```
//TIMER A
```

```
// intervalo = tempo em horas
```

```
intervalo = v_timerA;
```

```
// Verifica se passou o intervalo definido desde a última atualização
```

```
if (tempoAtual - ult_tempoA >= intervalo && v_timerA!=0 && flagA == HIGH) {
```

```
    // Atualiza o tempo da última atualização
```

```
    ult_tempoA = tempoAtual;
```

```
    tomar = true;
```

```
    // Aciona o servo
```

```
    servo1.write(0);
```

```
    // Delay entre comandos servo
```

```
    delay(dur_pulso);
```

```
    // Retorna o servo a posição inicial
```

```
    servo1.write(180);
```

```
}
```

```
//TIMER B
```

```
// Calcula o intervalo em horas
```

```
intervalo = v_timerB;
```

```
// Verifica se passou o intervalo definido desde a última atualização
```

```
if (tempoAtual - ult_tempoB >= intervalo && v_timerB!=0 && flagB == HIGH) {
```

```
    // Atualiza o tempo da última atualização
```

```
    ult_tempoB = tempoAtual;
```

```
    tomar =true;
```

```
    // Aciona o servo
```

```
    servo2.write(0);
```

```
// Delay entre comandos servo
delay(dur_pulso);

// Retorna o servo a posição inicial
servo2.write(180);

}

//TIMER C

// Calcula o intervalo em horas
intervalo = v_timerC;

// Verifica se passou o intervalo definido desde a última atualização
if (tempoAtual - ult_tempoC >= intervalo && v_timerC!=0 && flagC == HIGH) {
    // Atualiza o tempo da última atualização
    ult_tempoC = tempoAtual;
    tomar = true;

    // Aciona o servo
    servo3.write(0);

    // Delay entre comandos servo
    delay(dur_pulso);

    // Retorna o servo a posição inicial
    servo3.write(180);
}

//TIMER D

// Calcula o intervalo em horas
intervalo = v_timerD;
```

```
// Verifica se passou o intervalo definido desde a última atualização
if (tempoAtual - ult_tempoD >= intervalo && v_timerD!=0 && flagD == HIGH) {
    // Atualiza o tempo da última atualização
    ult_tempoD = tempoAtual;
    tomar = true;

    // Aciona o servo
    servo4.write(0);

    // Delay entre comandos servo
    delay(dur_pulso);

    // Retorna o servo a posição inicial
    servo4.write(180);
}

//TIMER E

    // Calcula o intervalo em horas
    intervalo = v_timerE;
    // Obtém o tempo atual

// Verifica se passou o intervalo definido desde a última atualização
if (tempoAtual - ult_tempoE >= intervalo && v_timerE!=0 && flagE == HIGH) {
    // Atualiza o tempo da última atualização
    ult_tempoE = tempoAtual;
    tomar = true;

    // aciona o servo
    servo5.write(0);

    // Delay entre comandos servo
    delay(dur_pulso);
```

```
// Retorna o servo a posição inicial
servo5.write(180);
}

if(tomar == true){
  //print tela o aviso
  lcd.setCursor(2,0);
  lcd.print("TOMAR REMEDIO");
  digitalWrite(buzzer, HIGH);
  delay(200);
  digitalWrite(buzzer, LOW);
  delay(200);
  digitalWrite(buzzer, HIGH);
  delay(200);
  digitalWrite(buzzer, LOW);
  delay(200);
  tomar = false;
  lcd.clear();
}
}
```