



Fatec
Bauru

27/05 a 29/05/2024

SISTEMA ELETRÔNICO CONTROLADO POR MICROCONTROLADOR PARA LIBERAÇÃO DE MEDICAMENTOS VIA RFID

Eunice Eico Sakata¹, Nathalia Gargaro dos Santos²

¹ Graduando em Sistemas Biomédicos pela Fatec Bauru, eunice.sakata@fatec.sp.gov.br

² Graduando em Sistemas Biomédicos pela Fatec Bauru.

RESUMO

O crescente envelhecimento da população acarreta um aumento expressivo no consumo de medicamentos pelos idosos, o que implica desafios na administração adequada desses fármacos. Por isso, o objetivo deste projeto é proporcionar facilidade e otimização na rotina daqueles que dependem de diversos medicamentos, assim como de seus cuidadores, responsáveis por administrá-los nos horários corretos. O desenvolvimento deste trabalho iniciou-se com uma pesquisa bibliográfica para fundamentação, seguida pelo projeto e construção utilizando o microcontrolador ESP32 e uma estrutura fabricada por meio de papelão e cartolina. Os resultados obtidos evidenciaram a eficácia do sistema, capaz de armazenar e dispensar medicamentos de forma precisa e automatizada, porém por ser prova de conceito, sua estrutura foi feita de maneira simplificada, estruturada em papelão. O dispenser foi projetado para comportar uma quantidade razoável de medicamentos, comprovando primeiramente o seu correto funcionamento. Portanto, este projeto representa uma solução inovadora e acessível para o crescente desafio da administração de medicamentos em idosos, proporcionando maior autonomia e segurança em sua rotina.

Palavras-chave: população idosa; medicamentos; microcontrolador esp32; autonomia.

1 INTRODUÇÃO

A administração correta de medicamentos é fundamental para a saúde e bem-estar de muitos pacientes, especialmente àqueles que necessitam de polifarmácia ou lidam com doenças crônicas. No entanto, garantir que a medicação seja tomada nos horários corretos e nas doses adequadas torna-se um desafio, especialmente para pessoas idosas ou debilitadas que dependem de outros para a sua administração. O uso indevido de medicamentos controlados também pode representar um risco à saúde pública, levando a tentativa de suicídios ou outros graves problemas.

Por essa razão, desenvolver um equipamento de “dispenser de medicamentos” surge para auxiliar esses desafios, que visa fornecer um sistema de alerta visual para o horário definido, e assim, liberar a quantidade correta do fármaco para a pessoa identificada pelo controle de acesso. Esse dispositivo, a princípio, foi projetado em um software de modelagem 3D e construído em uma impressora 3D, com a intenção de garantir a segurança, autonomia e dignidade



Fatec
Bauru

27/05 a 29/05/2024

dos pacientes, reduzindo a dependência de cuidadores, e consequentemente, diminuindo o número de casos de intoxicação medicamentosa e outros problemas relacionados ao seu uso inadequado.

2 EMBASAMENTO TEÓRICO

Neste contexto, foi realizado um levantamento literário para identificar as características que tornam um dispositivo eletrônico microcontrolado para administração de medicamentos por meio de pulseira RFID uma solução interessante. O foco foi dimensionar, projetar e construir um protótipo com essa tecnologia de forma a simplificar a rotina de idosos ou pessoas com dificuldades na administração de medicamentos. Além disso, foram abordados dispositivos e componentes disponíveis no mercado que contribuem para essa proposta.

2.1 Desafios e cuidados no uso de medicamentos

Segundo Paradella (2018), o Brasil testemunhou um aumento significativo na população idosa, passando de 4,8 milhões em 2012 para 30,2 milhões em 2017, representando um crescimento de 18%. A maioria dessa população é composta por mulheres, totalizando 16,9 milhões (56%), e 13,3 milhões de homens (44%).

Diante do aumento projetado da população idosa e de baixa natalidade, como apontado por Guimarães (2022), surge o desafio de garantir a qualidade de vida para os mais de 31 milhões de idosos no país, que representam mais de 15% da população.

O crescimento da população idosa, juntamente com uma maior incidência de doenças crônicas e dependência de medicamentos, destaca a dificuldade associadas ao uso desses fármacos. Conforme destacado por Guttier et al (2023), estudos em Marília (S.P) revelaram que 58% dos idosos enfrentavam dificuldades, sendo que um quarto deles tinham problemas em lembrar de tomar os medicamentos. De forma análoga, uma pesquisa na Suécia também apontou para a falta de habilidade dos idosos em seguir o tratamento prescrito. Ainda conforme Guttier et al (2023), essas dificuldades podem comprometer o tratamento, resultando em reações adversas, interações medicamentosas e a necessidade de assistência para garantir a administração correta dos medicamentos nos horários determinados. Essa situação não apenas afeta negativamente o tratamento individual, mas também aumentam os custos para os idosos e para o sistema de saúde.

2.2 Modelos existentes no mercado

A crescente população idosa destaca a necessidade de oferecer autonomia e facilitar o dia a dia desse grupo. Nesse contexto, serão apresentados modelos de dispensadores de medicamentos já existentes no

mercado, seguido de uma análise dos componentes disponíveis para a construção do projeto.

2.2.1 Alertmed

Este dispositivo foi construído a partir de um microprocessador com relógio de tempo real e memória não volátil, e tem a capacidade de 28 comprimidos em forma de fatia, que comporta mais de um comprimido e pode ser programado até 4 vezes ao dia. Aciona alarmes e acende uma luz quando chega o horário de consumir os medicamentos. Construído em plástico SBA (Acrylonitrile Butadiene Styrene), atóxico para medicamentos, com formato redondo, diâmetro de 192 mm, altura de 48 mm, espessura de 2,3 mm, e peso de 490 gramas, como ilustrado na Figura 1. Para o paciente ter acesso ao medicamento, depois de ter soado o alarme para a ingestão, precisará segurar o dispositivo e virá-lo na palma da mão, o que poderia ser um problema para alguns idosos, ou alguém com algum problema, como o Parkinson, por exemplo.

O diferencial desse dispositivo é a trava com a chave de segurança, que evita o acesso aos medicamentos fora dos horários programados, é portátil e funciona com 4 pilhas comuns.

Figura 1 – Alertmed



Fonte: SARE DROGARIAS, 2023

2.2.2 Dora

Construído por um brasileiro, segundo Pequenas Empresas e Grande Negócios (2018), Rafael Torres, o qual desenvolveu um dispensador com opção para programar dias e horários de cada medicamento e a dosagem para o paciente, foi inspirado por uma vontade pessoal, pois a motivação veio por meio de seus pais e avós que detinham certa dificuldade na administração dos medicamentos, segundo Prado (2018).

A proposta de Rafael foi embasada na autonomia do usuário que pode preparar as doses dos medicamentos para a semana, ou terceiros, quando o usuário tenha uma certa limitação. O dispositivo construído possui 7 compartimentos para os comprimidos, que depois de realizada a programação no equipamento com as doses e horários, soam alarmes e emite sinalização luminosa para alertar o usuário que está no horário de administração dos medicamentos, mostrado na Figura 2.

Destacado pelo programa Pequenas Empresas e Grande Negócios (2018), o criador do dispensador de remédios, propôs um plano de negócios que visa o aluguel do equipamento ao invés de sua comercialização.

Figura 2- Dora



Fonte: UFRGS SEDETEC, 2018

3 PROJETO

A pesquisa bibliográfica realizada evidenciou a importância de certas funcionalidades nos dispensadores de medicamentos. Os alarmes e a programação de horário são elementos importantes, cuja presença é indispensável. Esses recursos garantem uma administração eficaz dos medicamentos, promovendo a segurança e a adesão ao tratamento por parte dos usuários.

3.1 Componentes utilizados

Para a construção do dispensador de medicamentos, foram utilizados principalmente componentes eletrônicos, juntamente com a sua estrutura.

3.1.1 ESP32

Segundo Espressif (2024), o ESP32 é um microcontrolador de baixo custo e alto desempenho, desenvolvido pela Espressif Systems. Destaca-se por sua conectividade Wi-Fi e Bluetooth integrada, oferecendo comunicação sem fio para sistemas de Internet das Coisas (IoT).

O ESP32 de 38 pinos é ideal para aplicações onde o espaço é limitado. Apesar do seu tamanho reduzido, mantém as capacidades de conectividade e

Bluetooth integradas. Esse modelo oferece uma solução eficiente e poderosa para uma variedade de aplicações de IoT e eletrônicas.

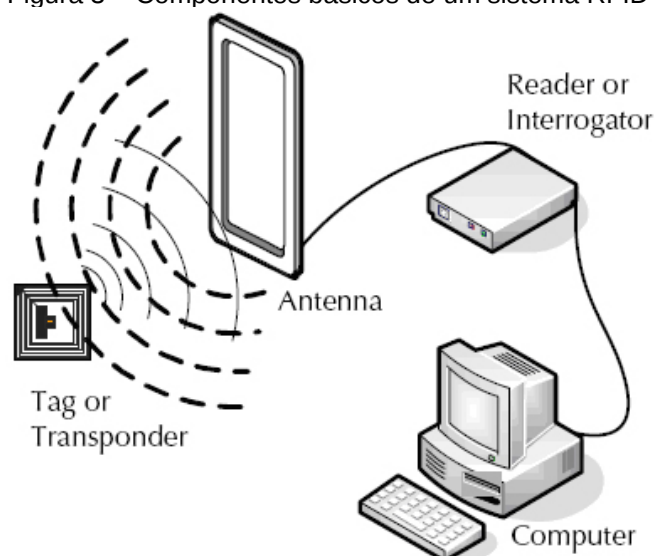
O ESP32 com 38 oferece uma maior quantidade de pinos em comparação com outras versões. Esses pinos adicionais proporcionam mais flexibilidade e capacidade de expansão em projetos eletrônicos, permitindo a conexão de uma variedade mais ampla de dispositivos e sensores. Mantendo as conectividades existentes no ESP32 de 30 pinos.

3.1.2 RFID

A tecnologia usada para liberar o medicamento ao paciente, é o RFID, que segundo Prazeres (2015), é uma sigla para Radio Frequency Identification, em português, Identificação por Radiofrequência. Basicamente, permite identificação de um dispositivo, pessoa a partir de um sinal de rádio.

Segundo Prazeres (2015), não se sabe a origem do RFID, mas a primeira patente americana de um sistema ativo de RFID, foi em 1973, por Mario W. Cadullo, e ao longo do tempo essa tecnologia foi evoluindo, um exemplo prático, é nos automóveis com partida sem chave, onde a chave se torna um transmissor de rádio que é identificada pelo veículo, já equipado com antenas para detectar o sinal e assim liberar a partida. A Figura 3 ilustra os componentes básicos do RFID.

Figura 3 – Componentes básicos de um sistema RFID



Fonte: COUTO; MALAFAIA, 2019

Esse sistema é composto basicamente, por uma tag RFID, um leitor, antena e software, mas dependendo da aplicação pode-se usar outros componentes complementares. A tag RFID, também conhecidas como transponder, é o local onde fica armazenada as informações que serão

transmitidas por radiofrequência, ela pode ser ativa, alimentada com uma bateria interna, passiva que usa a energia do leitor, ou semi-passiva, usando uma fonte interna apenas para a energização do circuito responsável pelo armazenamento das informações, atualmente elas possuem um circuito integrado de acordo com a capacidade de armazenamento.

Segundo Couto e Malafaia (2019), a frequência de operação, é um aspecto importante, pois dependendo do seu local de utilização, a sua onda eletromagnética pode interferir na comunicação de outros sistemas, ela define a taxa de transferência de dados entre a tag e o leitor. Para o sistema RFID, existem três faixas mais usuais:

- a) Baixa frequência: 125 kHz a 134,2 kHz, para curta e média distância, baixo custo e baixa velocidade de leitura;
- b) Alta frequência: 13,56 MHz, para curta e média distância, baixo custo relativo e média velocidade de leitura;
- c) Ultra Alta frequência: 300 MHz a 3GHz, grande alcance de distância, alto custo e rápida velocidade de leitura, em certos casos, requer uma linha de visão do transponder com o leitor.

Os transponders, possuem uma antena, para receber e transmitir um sinal, um circuito integrado, responsável pelo armazenamento e decodificação do sinal de entrada e o encapsulamento, que podem ser de diferentes tamanhos, resistências e modelos, como um cartão, pulseira, botão, chaveiro (Couto; Malafaia, 2019).

O leitor é um dispositivo que envia um sinal de rádio para a tag e recebe os dados, através de uma antena, geralmente deve ser conectado a um computador para gerenciamento das informações recebidas.

O software de aplicação, é o onde as informações serão tratadas, como a liberação de acesso ou a sua proibição, no caso de tag não autorizada, identificação de uma prótese, animal ou mercadoria.

3.1.3 Display

Um display é um componente crucial que facilita a interação visual entre humanos e máquinas, especialmente em sistemas controlados por circuitos microcontroladores, pois é por meio dele que informações como textos, números, símbolos, indicando as ações do microcontrolador. No projeto, foi usado um display 16x2 com fundo azul. Para otimizar a utilização das portas, será empregada a interface I2C para conectar o display, o que permite reduzir a quantidade de portas necessárias para o controle efetivo do display.

3.1.4 Motor de passo

O motor de passo é um tipo de motor elétrico que converte impulsos elétricos discretos em movimentos mecânicos precisos e controlados, podendo ser angular ou linear. Essa precisão permite um controle exato da posição e velocidade do motor. Existem dois principais tipos de motores de passo: unipolar



Fatec
Bauru

27/05 a 29/05/2024

e bipolar. O motor de passo unipolar, mais comum, possui quatro ou cinco fios, enquanto o bipolar tem dois ou quatro fios. A escolha entre eles depende da aplicação específica e das necessidades de controle de movimento, incluindo o torque necessário para realizar as operações desejadas, como arrastar medicamentos em uma abertura.

3.2 Orçamento

Os componentes de prototipagem rápida, como o ESP32, oferecem uma série de vantagens significativas em termos de custo para um projeto. Primeiramente, seu baixo custo inicial é uma das vantagens mais evidentes. O ESP32 e outros dispositivos similares estão disponíveis a preços acessíveis, o que é especialmente benéfico para projetos com orçamentos limitados. Além disso, a ampla disponibilidade desses componentes em diversos fornecedores e lojas online facilita sua aquisição, reduzindo os custos relacionados ao transporte e à logística. Outra vantagem importante é a facilidade de prototipagem que esses dispositivos proporcionam.

O custo do projeto, pode ser visto na Tabela 1, a qual inclui o preço em reais (R\$) e sua conversão para dólares (US\$), utilizando a taxa de câmbio atual de 5,07 reais por dólar. É importante destacar que o custo com impressão 3D não foi contabilizado, uma vez que o protótipo será produzido nas instalações da própria unidade da Fatec de Bauru.

Tabela 1 – Orçamento

Orçamento		
Componente	Custo em Real	Custo em Dólar
ESP32	R\$ 49,00	\$ 9,66
Módulo Motor de Passo	R\$ 22,90	\$ 4,52
Protoboard	R\$ 51,60	\$ 10,18
Jumpers	R\$ 16,02	\$ 3,16
Módulo RFID	R\$ 17,96	\$ 3,54
Trava magnética	R\$ 39,88	\$ 7,87
Motor de Passo	R\$ 72,90	\$ 14,38
Mosfet FQP 30N06L	R\$ 11,50	\$ 2,27
Buzzer	R\$ 2,90	\$ 0,51
Display	R\$ 18,90	\$ 3,73
Módulo I2C	R\$ 17,90	\$ 3,53
Resistores	R\$ 2,00	\$ 0,39
Regulador de Tensão	R\$ 13,50	\$ 2,66
Módulo Relé	R\$ 14,00	\$ 2,76
Transistores	R\$ 2,00	\$ 0,39
Custo total:	R\$ 352,86	\$ 69,55

Fonte: Os Autores, 2024

4 MÉTODO

Para o desenvolvimento do protótipo deste projeto, uma pesquisa bibliográfica foi conduzida, focalizando nos medicamentos e no crescimento da população idosa. Essa etapa visava compreender as necessidades específicas desse grupo demográfico em relação à administração de medicamentos, bem como as tendências e desafios relacionados ao tema. Além disso, uma análise detalhada dos dispensadores de medicamentos já disponíveis no mercado foi realizada. Esse estudo permitiu uma compreensão aprofundada das características, funcionalidades e limitações dos dispositivos existentes, servindo de base para a elaboração das especificações do protótipo. Para o desenvolvimento do software embarcado no protótipo, foi utilizado as linguagens C e C++. Essa escolha se deve à robustez e eficiência dessas linguagens, bem como à sua ampla utilização na programação de sistemas embarcados. O uso de C e C++ proporcionou uma programação estruturada e de baixo nível,

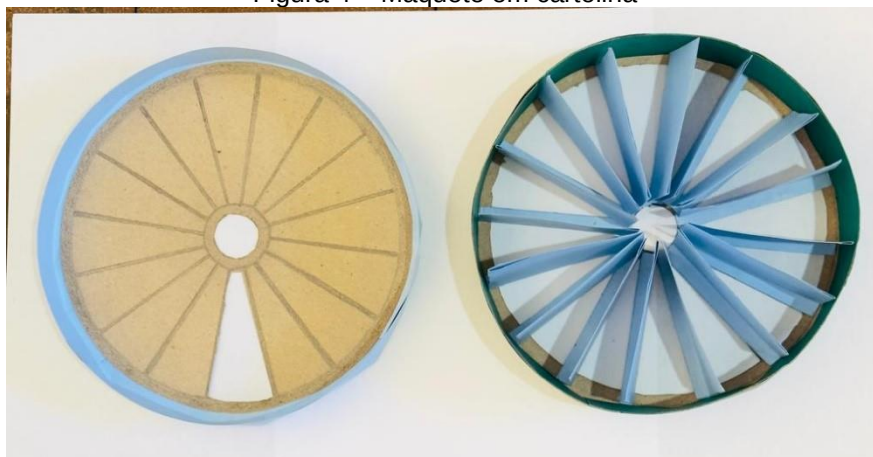
permitindo um controle preciso dos componentes eletrônicos e garantindo um desempenho otimizado do sistema. Além disso, as bibliotecas disponíveis para essas linguagens facilitarão a implementação de funcionalidades específicas, como o controle dos motores dos dispensadores e a comunicação com outros dispositivos.

A operação do dispositivo é iniciada quando o usuário programa os horários de dosagem por meio de uma interface intuitiva. Após a programação, o sistema aguarda o momento programado para dispensar os medicamentos perante a identificação RFID. O motor de passo é ativado, girando o mecanismo de distribuição dos medicamentos. Este mecanismo é composto por uma estrutura de tambor raiado ilustrada na Figura 4 que contém os medicamentos devidamente separados em compartimentos individuais. Ao girar, o mecanismo libera o medicamento correspondente àquele horário específico.

5 RESULTADOS

Primeiramente, a fim de obter uma representação visual mais clara do projeto, foi construída uma maquete utilizando cartolina. Essa maquete foi utilizada para determinar o desenho e o tamanho dos materiais necessários para o projeto e ilustrada na Figura 4.

Figura 4 – Maquete em cartolina



Fonte: Os Autores, 2023

No processo de construção, todos os componentes eletrônicos foram unidos e conectados ao ESP usando jumpers. Na Figura 5, é possível observar como foi ligado: o display, o leitor RFID e o motor de passo. Esses são os principais elementos que fazem o dispenser funcionar. O display mostra informações importantes, a identificação do projeto, o RFID garante que apenas as pessoas certas tenham acesso aos remédios, e o motor de passo é o que movimenta a estrutura de maneira precisa.

Figura 5 – Montagem eletrônica ligada

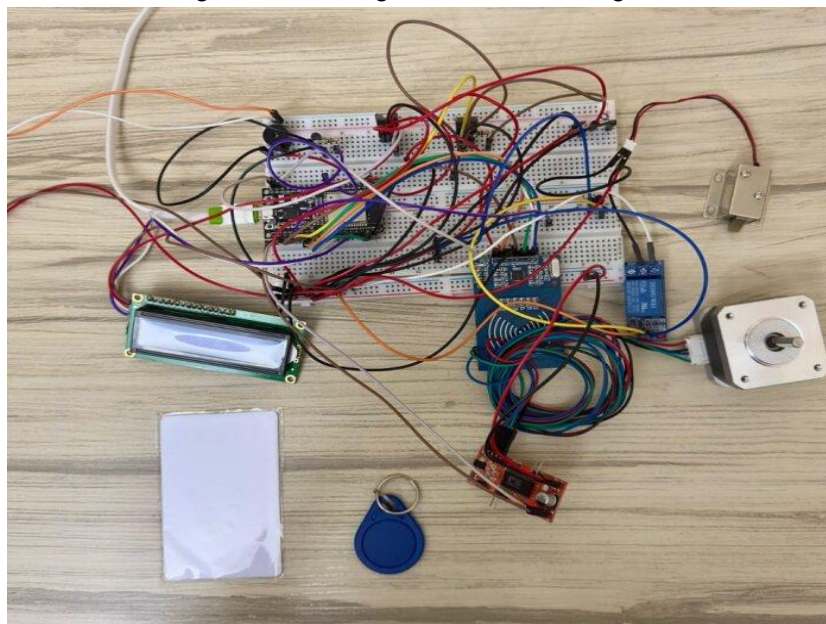


Fonte: Os Autores, 2024

A conexão dos componentes e o teste de funcionamento foram fases determinantes, porém complexas no processo de construção. À medida que os elementos eram interligados, houve a necessidade de outros componentes, como transistores e reguladores de tensão, o que prolongou o processo.

Diversas pesquisas, foram necessárias para realizar a montagem adequada de cada componente, incluindo a configuração das portas do ESP32 e estudos sobre a alimentação e regulação de tensão do circuito. A Figura 6 ilustra essa etapa.

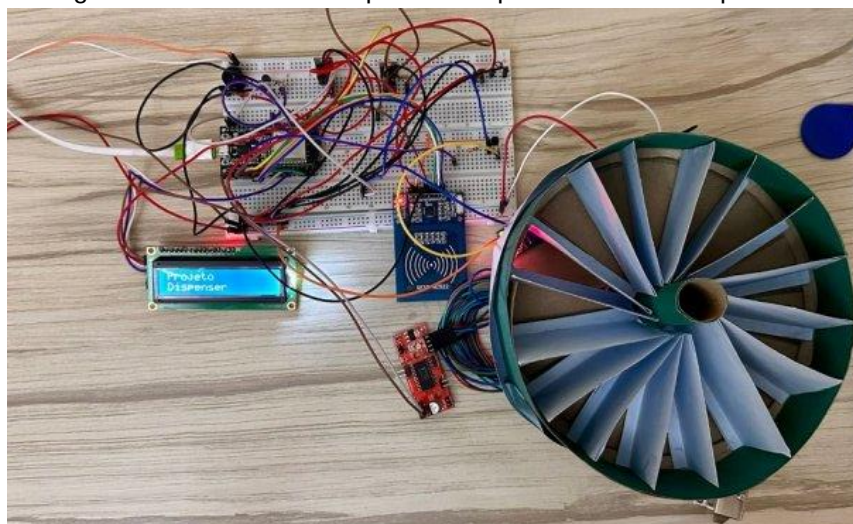
Figura 6 – Montagem eletrônica desligada



Fonte: Os Autores, 2024

Com a montagem eletrônica concluída, foi desenvolvida a estrutura física do protótipo. A Figura 7 apresenta uma estrutura de papelão redonda que envolve o eixo do motor de passo. Essa estrutura simples, mas engenhosa, tem o propósito de ilustrar de forma clara o funcionamento do protótipo. Ao girar o motor de passo, a parte central da carcaça move-se, liberando os medicamentos, representando o processo de entrega de forma visual e compreensível. Essa integração entre eletrônica e estrutura transforma o dispenser em uma solução funcional, facilitando a vida de idosos e seus cuidadores na administração correta dos fármacos.

Figura 7 – Estrutura do dispenser acoplada ao motor de passo



Fonte: As autoras, 2024



Fatec
Bauru

27/05 a 29/05/2024

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A combinação da pesquisa bibliográfica detalhada, seleção criteriosa de componentes e uma abordagem integrada entre eletrônica e estrutura física resultou em um protótipo funcional e promissor. Ao simplificar e tornar mais seguro o processo de administração de medicamentos para idosos e seus cuidadores, o dispenser demonstra um potencial significativo para melhorar a qualidade de vida e a saúde daqueles que mais necessitam. Este trabalho não apenas representa uma solução técnica, mas também uma contribuição tangível para o bem-estar da comunidade.

O dispositivo proporciona maior independência aos idosos, permitindo que eles gerenciem seus próprios medicamentos com facilidade, sem depender constantemente de ajuda externa. Isso contribui para a preservação da autonomia e da dignidade dos usuários, ao mesmo tempo em que alivia o ônus sobre os cuidadores.

Inicialmente, o projeto tinha a intenção de utilizar uma impressora 3D para construir a estrutura. Contudo, devido a restrições de tempo e recursos, essa abordagem não pôde ser implementada. Como alternativa, optou-se por confeccionar a estrutura utilizando o papelão. Essa escolha foi feita com o objetivo de proporcionar uma visualização clara e acessível do funcionamento do dispositivo, mesmo diante das limitações impostas.

7 REFERÊNCIAS

COUTO, G. D.; MALAFAIA, T. S. RFID Radio Frequency Identification. **Universidade Federal do Rio de Janeiro – Escola Politécnica**, 2019. Disponível em: <https://www.gta.ufrj.br/ensino/eel878/redes1-2019-1/vf/rfid/>. Acesso em: 26 abr. 2023.

PEQUENAS EMPRESAS E GRANDE NEGÓCIOS. **Designer brasileiro cria máquina que serve medicamentos na hora marcada**, 2018. Disponível em: <https://revistapegn.globo.com/Startups/noticia/2018/09/designer-brasileiro-cria-maquina-que-serve-medicamentos-na-hora-marcada.html>. Acesso em: 26 abr. 2023.

ESPRESSIF. **ESP32**. 2024. Disponível em: <https://www.espressif.com/en/products/socs/esp32>. Acesso em: 04 abr. 2024.

GUIMARÃES, C. **Um país mais velho: o Brasil está preparado?** 2022. Disponível em: <https://www.epsjv.fiocruz.br/noticias/reportagem/um-pais-mais-velho-o-brasil-esta-preparado>. Acesso em: 25 abr. 2023.

GUTTIER, M.C. et al. Dificuldades no uso de medicamentos por idosos acompanhados em uma coorte do Sul do Brasil. Artigo original. **Revista**



Fatec
Bauru

27/05 a 29/05/2024

Brasileira de Epidemiologia, 2023. Disponível em:
<https://doi.org/10.1590/1980-549720230020.2>. Acesso em: 25 abr. 2023.

PARADELLA, R. Número de idosos cresce 18% em 5 anos e ultrapassa 30 milhões em 2017. 2018. Disponível em:
<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/20980-numero-de-idosos-cresce-18-em-5-anos-e-ultrapassa-30-milhoes-em-2017>. Acesso em: 25 abr. 2023.

PRADO, R. Estudante da UFRGS cria produto para auxiliar idosos a controlar medicação. 2018. Disponível em:
<https://www.gazetadopovo.com.br/educacao/estudante-da-ufrgs-cria-produto-para-auxiliar-idosos-a-controlar-medicacao-1gdpd2nlx2p9pd41us0wb8wos/>. Acesso em: 26 abr. 2023.

PRAZERES, R. S. dos. RFID (Radio Frequency Identification - Identificação por rádio frequência): um estudo sobre a viabilidade em ambiente supermercadista. Faculdade de Tecnologia de Americana. 2015. Disponível em:
http://ric.cps.sp.gov.br/bitstream/123456789/884/1/20151S_PRAZERESRicardoSalazar_CD2067.pdf. Acesso em: 26 abr. 2023.