

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
CURSO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO**

THAISE PESSOA DE AGUIAR

**EDBOX: USO DA TECNOLOGIA IoT PARA O CONTROLE
INTELIGENTE DE MEDICAMENTOS**

Itacoatiara – Amazonas

2023

THAISE PESSOA DE AGUIAR

**EDBOX: USO DA TECNOLOGIA IoT PARA O CONTROLE
INTELIGENTE DE MEDICAMENTOS**

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

PROF. DR. CARLOS ALBERTO OLIVEIRA DE FREITAS
ORIENTADOR

PROF. ME. ADRIANO HONORATO DE SOUZA
COORIENTADOR

Itacoatiara – Amazonas
2023

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

A282e Aguiar, Thaise Pessoa de
EdBox: uso da tecnologia IoT para o controle inteligente de
medicamentos / Thaise Pessoa de Aguiar . 2023
29 f.: il. color; 31 cm.

Orientador: Carlos Alberto de Oliveira de Freitas
Coorientador: Adriano Honorato de Souza
TCC de Graduação (Sistemas de Informação) - Universidade
Federal do Amazonas.

1. IoT. 2. Internet das coisas. 3. Controle inteligente de
medicamentos. 4. Sistema automatizado. 5. Tecnologia. I. Freitas,
Carlos Alberto de Oliveira de. II. Universidade Federal do
Amazonas III. Título



Ministério da Educação
Universidade Federal do Amazonas
Coordenação do Curso de Sistemas de Informação - ICET

FOLHA DE APROVAÇÃO

THAISE PESSOA DE AGUIAR

EDBOX: USO DA TECNOLOGIA IOT PARA O CONTROLE INTELIGENTE DE MEDICAMENTOS

Monografia apresentada ao Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade Federal do Amazonas como parte dos requisitos necessários para a obtenção do título de Bacharel em Sistemas de Informação.

Aprovada em 25 de outubro de 2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Carlos Alberto Oliveira de Freitas
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Dr. Edson de Araújo Silva
Universidade Federal do Amazonas

Prof. Me. Davi da Silva Ribeiro Castro
Universidade Federal do Amazonas

Folha de Aprovação assinada pela Profa. Dra. Odette Mestrinho Passos, responsável pela disciplina ITS903 - Trabalho Final de Graduação do Curso de Sistemas de Informação (Período: 2023.1), onde atesta a defesa do aluno e a presença dos membros da banca examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Odette Mestrinho Passos, Professor do Magistério Superior**, em 06/11/2023, às 09:43, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Edson de Araújo Silva, Professor do Magistério Superior**, em 06/11/2023, às 10:00, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Davi da Silva Ribeiro Castro, Professor do Magistério Superior-Substituto**, em 06/11/2023, às 10:04, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Carlos Alberto Oliveira de Freitas, Professor do Magistério Superior**, em 06/11/2023, às 10:06, conforme horário oficial de Manaus, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufam.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **1774956** e o código CRC **50C37685**.

Rua Nossa Senhora do Rosário - Bairro Tiradentes nº 3836 - Telefone: (92) (92) 99318-2549
CEP 69103-128 Itacoatiara/AM - ccsiicet@ufam.edu.br

Referência: Processo nº 23105.049182/2023-49

SEI nº 1774956

À minha família que foi fundamental para a minha formação acadêmica.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus pela proteção, aos meus pais José Aguiar e Deuclizete Pessoa por investirem nos meus estudos, aos meus professores do ICET/UFAM por se dedicarem a profissão, em especial ao meu orientador professor Dr. Carlos Freitas, à professora Dra. Odette Passos, ao professor Dr. Rainer Amorim, ao professor Dr. Edson Silva, ao professor Me. Davi Castro, ao professor do IFAM – Campus Itacoatiara Me. Adriano Honorato, que foi meu tutor do Projeto Super e Coorientador do trabalho proposto.

Eu gostaria também de agradecer a Jarlessandra Diniz, Miliane Barbosa, Vitória Mendonça, Rodrigo Batista, principalmente ao Raison Robert, Alex Balieiro, Alex Silva e ao monitor bolsista de metodologia da pesquisa do Projeto Super David Cruz pelo incentivo e apoio aos meus estudos.

Se escutar uma voz dentro de você dizendo 'Você não é um pintor', então pinte sem parar, de todos os modos possíveis, e aquela voz será silenciada.

Vincent van Gogh

EDBOX: USO DA TECNOLOGIA IoT PARA O CONTROLE INTELIGENTE DE MEDICAMENTOS

Thaise Aguiar, Carlos Freitas, Adriano Souza

Instituto de Ciências Exatas e Tecnologia – Universidade Federal do Amazonas (ICET/UFAM)
Itacoatiara – Amazonas – Brasil

thaise.aguiar@ufam.edu.br, carlosfreitas@ufam.edu.br,
adriano.honorato@ifam.edu.br

Resumo. *O mundo do século XXI demanda conexão e racionalização nas atividades humanas de modo que a tecnologia se tornou um meio necessário para cumprir estes novos parâmetros. Tendo essa realidade em vista, este trabalho busca trazer a tecnologia da Internet das Coisas (IoT), aplicando seus conceitos em um protótipo de um sistema automatizado para a gestão de medicamentos. Esta proposta tem o intuito de sanar a dificuldade de gerenciamento de medicamentos por parte dos usuários e aumentar sua adesão ao tratamento prescrito. Para tal, utilizou-se do método experimental em três etapas: revisão bibliográfica para a fundamentação teórica, construção do protótipo, denominado EdBox e o teste funcional. Como resultado, o protótipo foi executado e funcionou como esperado.*

1. Introdução

Segundo Seabra (2009) esquecimento e o envelhecimento é um tema constante que envolve a privação social, familiar, além de problemas emocionais, dificuldades no cotidiano, direitos sociais e de cidadania, a falta de memória também pode contribuir para não aderência de medicamentos, sendo para Corte *et al.* (2020) o principal problema entre os idosos. De acordo com Faisal *et al.* (2022), a não adesão dos medicamentos é um dos principais problemas enfrentados para combater as doenças, isso implica no tratamento inadequado e má qualidade de vida. É importante ressaltar que Bruno, Rabelo e Jucá (2018) sugeriram rigor no uso de medicamentos para contribuir com a eficácia do tratamento, caso contrário, isso pode interferir nos custos humanos, sociais e econômicos, provenientes de enfermidades.

A adesão ao tratamento medicamentoso é de suma importância não somente em doenças crônicas, mas também agudas. A razão disto são as consequências negativas à baixa adesão, que pode ser classificada em primária e secundária, sendo a segunda mais comum e consiste no paciente que não segue a prescrição à risca, errando no período e na dosagem correta (Pereira e Cavalcante, 2022). Como exemplo, a Diabetes Mellitus já foi considerada como uma verdadeira epidemia mundial e é vasta a literatura sobre os benefícios de seu tratamento farmacológico, no entanto, para Silva *et al.* (2022), sendo relativamente pouca a adesão plena a seu tratamento.

Quando os pacientes não seguem adequadamente as prescrições médicas, a eficácia do tratamento é comprometida, o que pode levar a consequências diversas, conforme a doença que se busca tratar. Dentre essas estão a perda de controle da doença, piora dos sintomas e, em alguns casos, a adaptação e resistência do patógeno. São pontos relevantes à saúde pública, a

que este trabalho busca se vincular. A disseminação da *Internet of Things – IoT*, que significa internet das coisas, uma internet cada vez mais democratizada. O cenário atual é que provêm, principalmente das universidades, a produção científica de IoT aplicada às questões de saúde pública. Já a aceitação desta tecnologia a nível pessoal e hospitalar vem crescendo conforme avançam as melhorias no design quanto à usabilidade e simplicidade, conforme Gralha *et al.* (2022).

O presente trabalho relaciona a perda de memória, principalmente na velhice, juntamente com a simples falta de hábito entre os mais jovens como causas para a baixa adesão ao consumo de fármacos em determinado tratamento médico, objetivando explorar como estratégia de intervenção a construção de uma *pillbox* inteligente que incentive os usuários a manterem um hábito da medicação, conforme prescrito em seus tratamentos, através de um aplicativo com uma interface intuitiva. Fazer o uso de tecnologia IoT foi viável, pois ela possui componentes eficientes no controle de medicamentos e evoca uma comunicação entre máquinas pela internet, denominada *machine-to-machine (M2M)*. Como resultado, foi desenvolvido um aplicativo que se comunica com uma caixa rotatória, controlada por um esp8266, para a gestão de remédios.

O restante do artigo está organizado da seguinte maneira: a Seção 2 apresenta alguns conceitos básicos e discute os trabalhos relacionados. A Seção 3 apresenta o método de pesquisa utilizado, enquanto a Seção 4 mostra os resultados e as discussões. A Seção 5 apresenta as conclusões, contribuição, limitações e os trabalhos futuros.

2. Fundamentação Teórica

Esta seção é composta por 2 subseções: Conceitos Relacionados e Trabalhos Relacionados.

2.1. Conceitos Relacionados

Nesta seção, são descritos conteúdos sobre saúde 4.0: gestão de remédios, sensores, atuadores e firebase.

2.1.1 Saúde 4.0: Gestão de Remédios

O conceito de saúde foi definido como base à concepção de que se consideram como determinantes: o estilo de vida, os avanços da biologia humana, o ambiente físico e social e os serviços de saúde (Pereira *et al.* 2020). De acordo com Ferreira e Júnior (2018), o uso de medicamentos facilita o combate às doenças e aumenta a qualidade de vida, no entanto, a ingestão incorreta pode ser perigosa. Diante disso, surgiu o conceito de saúde 4.0 que é a integração do mundo tecnológico com a medicina, abrangendo o uso de softwares de gestão, *cloud computer*, mecanismos automatizados, internet das coisas e muitos outros (Nastrini, 2021). Um exemplo disso é o dispensador de medicamentos baseado em *IoT*, segundo Schuhmann (2020), ele é um dispositivo automatizado que surgiu com o avanço da tecnologia em um momento que a internet das coisas começou a se popularizar e sua funcionalidade é voltada para o controle do horário e dosagem das medicações, com o intuito de facilitar e dinamizar a eficiência de tratamentos contínuos.

O conceito de um dispositivo automático de medicamentos, segundo Chavan *et al.* (2022), foi proposto em 2012 por Mukund e Srinath, Patel *et al.* (2022) considera que alguns desses dispensadores inteligentes fornecem alertas aos pacientes, permite rastrear e relatar dados de adesão à medicação em tempo real. Adotar características da saúde 4.0 significa investir mais em soluções digitais e como consequência, consegue-se levantar, de forma mais rápida e precisa, as condições de saúde dos beneficiários (Nastrini, 2021). O benefício da saúde 4.0 possivelmente tem impactado na qualidade de vida dos idosos, pois segundo Guastaldi *et al.* (2021), a taxa de crescimento da população idosa aumenta cerca de 3% ao ano, um crescimento mais acelerado do que todos os outros grupos etários.

Contudo, é comum que a dosagem de medicamentos prescritas pelo médico não seja cumprida por esquecimento do paciente, principalmente os idosos, esse fato é considerado como descumprimento da medicação, que pode ser pelo uso excessivo ou escasso de doses. Esse problema pode ser solucionado através de um dispositivo que memorize e faça monitorar a dosagem da medicação e consequentemente proporcionar uma vida saudável ao paciente (Mathew *et al.* 2019). Esquecer as coisas se tornou o erro humano mais comum hoje em dia, e este descuido é observado no caso de tomar medicamentos que pode levar a resultados catastróficos e ter impacto direto na saúde de um indivíduo (Jabeena e Kumar 2018). Segundo Patil *et al.* (2022), o protótipo de dispensador de medicamentos baseado em *IoT* tem o intuito de ajudar a tomar as medicações na hora certa, sem falhas, de forma rápida, além de verificar a quantidade armazenada para a reposição da dispensa e inibir a possibilidade de sobredosagem e subdosagem. Ainda de acordo com Patil *et al.* (2022), tomar medicamento errado por falta de atenção do indivíduo pode ocasionar efeitos colaterais, principalmente por pessoas que tomam várias medicações ao dia.

Logo, os avanços tecnológicos permitiram com que tratamentos, diagnósticos e pesquisas científicas pudessem ser aprimoradas e viabilizadas, trazendo qualidade às experiências de pacientes/usuários em relação a esses dispositivos. Segundo relatório da OMS em 2050, doenças neurodegenerativas, que englobam uma série de condições que afetam o sistema nervoso, deve acometer mais de 130 milhões de pessoas ao redor do mundo. Neste sentido, buscar soluções que empregam melhorias na qualidade de vida desses pacientes será um desafio para a área da saúde e do empreendedorismo (Albino *et al.* 2023).

2.1.2 Sensores

De acordo com Silveira (2016), o conceito de sensor caracteriza-se pela eficiência de entradas, vindo de um ambiente físico a partir de sua detecção. Thomazini e Albuquerque (2020), classifica os sensores em duas etapas: sensores analógicos e sensores digitais:

- **Sensores Analógicos:** Assume qualquer valor no seu sinal de saída ao longo do tempo, desde que esteja dentro da sua faixa de operação, como a pressão, a temperatura, a velocidade, a umidade, a vazão, a força, o ângulo, a distância, o torque e a luminosidade.
- **Sensores Digitais:** Assume apenas dois valores no seu sinal de saída ao longo do tempo (0,1) equivalente a desligado ou ligado. São convertidos pelo circuito eletrônico de sensores (pressostato, termostato, chave de nível) ou transdutores (encoders para determinação da posição ou velocidade).

No trabalho proposto foi utilizado o sensor óptico por reflexão difusa para fazero decremento toda vez que o usuário for retirar o remédio, segundo Thomazini eAlbuquerque (2020), o emissor e o receptor estão alocados no mesmo dispositivo e a luzenviada pelo emissor cria uma região ativa cuja presença de um objeto faz a luz refletir de maneira difusa, de volta ao receptor. Portanto, a presença de algum objeto é detectada pelo emissor e enviada ao receptor, o sensor óptico por reflexão difusa está inserido na categoria de sensores analógicos.

2.1.3 Atuadores

Thomazini e Albuquerque (2020), classifica os atuadores como dispositivos que convertem uma variável controlada, obtêm um sinal originário do controlador e atuamno sistema controlado, que segundo Fabrícia (2016), geram movimento a partir de acionadores elétricos, pneumáticos e hidráulicos. Ainda de acordo com Fabrícia (2016), o acionamento elétrico propõe menor velocidade e força, além de permitir maior precisão e maior repetibilidade, um exemplo desse tipo de atuador é o motor de passo, utilizado no trabalho proposto, para girar em sentido horário e anti-horário os compartimentos da caixa rotatória. Enquanto o acionamento pneumático é aplicado em robôs de pequeno porte e o acionamento hidráulico é aconselhável em ambientes nos quais os drivers elétricos são capazes de provocar incêndios.

Vale destacar a importância da calibração nos atuadores, esse procedimento estabelece a correspondência entre as medições de um sistema e os valores verdadeiros da grandeza que está sendo medida. Isso ocorre por meio do confronto com um padrão primário, secundário ou industrial, além disso, pode ser emitido um certificado de calibração por um laboratório oficialmente credenciado, em que os padrões são rastreáveis e aferidos periodicamente. Após a calibração é feito um ajuste, permitindo que um valor se aproxime mais do valor padrão, pode-se comparar um ajuste com a afinação de um instrumento musical. Quando um instrumento musical está desafinado, as notas musicais são emitidas em frequências diferentes das notas consideradas padronizadas. Ao fazer a comparação com uma nota de referência, a afinação do instrumento é realizada (Brito, 2017).

2.1.4 Firebase

O Firebase é um conjunto de serviços disponibilizados pelo Google segundo Ogliari (2019) e que pode ser usado como um *BaSS (Backend as a Service)*, ou seja, são disponibilizados a parte de servidor e arquitetura de backend aos seus usuários. Abaixo foram descritas uma lista de opções de serviços do Firebase:

- **Realtime Database:** Possui banco de dados NoSQL, com armazenamento em nuvem e possibilita a sincronização em tempo real.
- **Crashlytics:** Demonstra um *dashboard*, ou seja, um painel com detalhes visuais elevados sobre os erros de aplicações do desenvolvedor.
- **Cloud Firestore:** É uma evolução do Realtime Database, com amostra dedados mais intuitiva, consultas mais avançadas e rápidas, além de uma escalabilidade mais adequada.

- **Authentication:** Oferece um ambiente web e API completo para a realização de login e recuperação de senha, além de integrar com algumas redes sociais.
- **Cloud Functions:** Realiza funções que ficam hospedadas na nuvem do firebase e respondem a eventos que acontecem em outros serviços, como o *push notification*.
- **Cloud Storage:** Presta serviços de armazenamento de mídias.
- **Hosting:** Possui hospedagem de páginas simplificadas.
- **Test Lab para Android:** Possui laboratório de teste na nuvem para aplicativos Android e iOS.
- **Monitoramento de desempenho:** Possui características semelhantes ao Crashlytics, com o intuito de exibir a performance de uma determinada atividade.

O Firebase Realtime Database foi comparado com outros bancos de dados em tempo real por Khedkar *et al.* (2017), são eles: MongoDB, um banco de dados de documentos de código aberto que oferece alto desempenho, alta disponibilidade e escalonamento automático e o outro é o RethinkDB que possui uma linguagem de consulta que oferece suporte a consultas realmente úteis, como junções de tabelas e agrupamentos e chegou à conclusão de que esses sistemas de banco de dados em tempo real pode ser definido como bancos de dados tradicionais que usam uma extensão para fornecer suporte adicional para produzir uma resposta confiável, como os dados são armazenados na nuvem eles estão sempre disponíveis em qualquer lugar, ou seja, todos proporcionaram uma boa experiência com o usuário. Houve outra comparação feita por Younis e Alwan (2023) entre as ferramentas de monitoramento de desempenho de banco de dados existentes (MongoDB, MySQL, PostgreSQL, Microsoft Azure SQL, Firebase Realtime Database etc.) e o Firebase Realtime Database saiu em vantagem por ser totalmente gratuito em uso experimental, enquanto os outros tiveram um limite de 14 a 30 dias de acesso livre.

Logo, o banco de dados é uma das dificuldades encontradas pelos programadores, afirma Pinto (2021), pois eles precisam de servidores específicos para rodar os scripts e uma solução seria o uso do Firebase, uma plataforma digital da Google para desenvolvimento de aplicativos web e mobile que serve para armazenar os dados e fazer o gerenciamento de usuários, no presente trabalho foi utilizado o Firebase Realtime Database. De acordo com Ohyver *et al.* (2019), o Firebase Realtime Database foi desenvolvido para programadores sem experiência em backend, com o intuito de fazê-los criar aplicativos rapidamente, sem preocupação com a escalabilidade, porém surge uma desvantagem quando o programador precisa consultar dados complexos e migrar dados.

2.2. Trabalhos Relacionados

Nesta seção, são descritos alguns trabalhos relacionados, a relação entre eles e o trabalho proposto, assim como um texto citando a diferença entre eles.

2.2.1 A Usabilidade, Aceitabilidade e Funcionalidade de Sistemas Inteligentes de Distribuição Multidose Oral para Adesão a Medicamentos: Uma Revisão do Escopo (Faisal *et al.* 2022)

Muitos sistemas inteligentes, segundo Faisal *et al.* (2022), foram implantados para gerir o uso de multidose oral para lidar com a não adesão aos medicamentos. O objetivo do trabalho foi avaliar a integração desses sistemas no uso diário de pacientes e seu método de pesquisa foi baseado em uma revisão da literatura, com estudos observacionais e intervencionistas que relataram a intervenção, a integração e o impacto que os sistemas inteligentes adquiridos por pessoas ≥ 18 anos, priorizando a análise de artigos publicados após os anos 60. O resultado demonstrou que a utilização de sistemas inteligentes, como: embalagens blister inteligente (com caixa comum de plástico), dispensadores automatizados e bandejas eletrônicas, proporcionaram maior aderência no uso de medicamentos.

2.2.2 Desenvolvimento de um Protótipo de Dispensador de Comprimidos (Chavan *et al.* 2022)

Um dispensador inteligente foi desenvolvido por Chavan *et al.* (2022) com o objetivo de proporcionar o controle das doses de medicamentos ingeridas por idosos e consequentemente evitar problemas sérios, como: o aumento de consultas médicas, de doenças ou até mesmo a morte. Os materiais utilizados foram: um microcontrolador, LCD, sensor IR, motor de passos, servo motor, módulo de relógio em tempo real (RTC) e o buzzer. O método de pesquisa consistiu em uma revisão bibliográfica e o desenvolvimento de um protótipo simples e o resultado foi um dispensador de medicamento inteligente de baixo custo que emite um alerta provocado pelo buzzer, onde o usuário se aproxima, coloca a mão sobre o sensor IR, um sensor de obstáculo infravermelho capaz de detectar objetos através de um receptor e um emissor IR e pega o remédio. Além disso, foi desenvolvido um aplicativo web para interagir com o, não sendo necessário fazer sua instalação, economizando memória no dispositivo. O medicamento é colocado na parte superior e quando tocar o alarme, ele é dispensado na parte inferior do protótipo, conforme a Figura 1.



Figura 1. Dispensador de comprimidos

Fonte: Chavan *et al.* (2022)

2.2.3 Distribuidor Inteligente de Pílulas com Transmissão ao Vivo para Ajudar Pessoas Idosas/Cegas (Ullankala *et al.* 2023)

Ullankala *et al.* (2023) desenvolveram um dispensador portátil de medicamentos usando IoT, com o objetivo de ajudar pessoas idosas e cegas, com o intuito de fazer uma monitoração constante de consumo das medicações. Os autores utilizaram o Arduino Uno para fazer a conexão via Bluetooth com o dispensador, o motor servo para dispensar os medicamentos, o módulo de voz para gravar as mensagens transmitidas pelo usuário, através de um aplicativo para reproduzir no momento da medicação e o Esp 32 com câmera embutida para o monitoramento de consumo, com transmissão ao vivo, sendo possível assistir por meio de um link da web. O dispensador de medicamento inteligente para atender a demanda de 3 comprimidos, porém ele pode ser expandido, conforme foi representado na Figura 2.

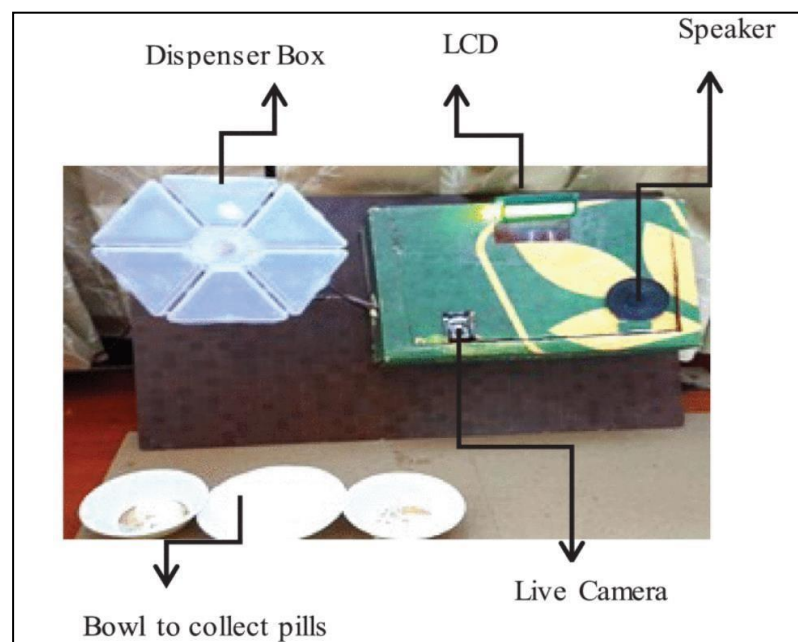


Figura 2. Dispensador inteligente de medicamentos

Fonte: Ullankala *et al.* (2023)

A monitoração em tempo real foi um trabalho inovador e seu método de pesquisa consistiu em uma revisão bibliográfica para verificar o que outros autores tinham feito e propor uma solução para evitar problemas identificados, como a falta de monitoramento contínuo em dispensadores inteligentes, em seguida, foi desenvolvido um protótipo, no qual se utilizou o Esp 32 com câmera para atender a solução proposta. O resultado foi um dispensador inteligente de medicamentos, projetado para garantir a distribuição precisa e eficiente de comprimidos.

2.2.4 Comparação com os Protótipos de Chavan *et al.* (2022) e Ullankala *et al.* (2023)

O presente trabalho, demonstra o desenvolvido de um protótipo com o intuito de gerir os medicamentos, utilizando a tecnologia IoT. Ele possui um sistema mais otimizado em relação aos protótipos de Chavan *et al.* (2022) e Ullankala *et al.* (2023), na construção do hardware.

Percebe-se que no protótipo de Chavan *et al.* (2022), ocupa muito espaço no ambiente, com a caixa base e o protótipo de Ullankala *et al.* (2023), apesar de inovar utilizando um microcontrolador com câmera para a monitoração constante em tempo real, além de ocupar muito espaço, foi colocado três tigelas, uma para cada pílula, ocupando ainda mais espaço.

Logo, o presente trabalho comparado aos protótipos citados, ele supera em termos de otimização. A otimização é o processo de se determinar entre várias opções de um objeto aquela que é melhor possível dentro de certos critérios de escolha e limitações, com os recursos disponíveis (Brasil e Silva 2019). A Figura 3 apresenta o protótipo do trabalho proposto.



Figura 3. EdBox

3. Método da Pesquisa

O método escolhido foi o experimental, caracterizando-se por uma revisão bibliográfica acompanhada de uma construção e um teste do protótipo. Este processo foi dividido em três etapas: Revisão Bibliográfica, Construção do Protótipo e Teste do Protótipo. A Figura 4 representa o fluxo de desenvolvimento do protótipo.



Figura 4. Fluxograma do método proposto

Fase 1 - Revisão Bibliográfica: Foi realizada uma revisão bibliográfica no Google Livros, IEEE, Science Direct, Google e Pub Med.

Fase 2 - Construção do Protótipo:

- **Levantamento de Requisitos:** Foram elaboradas as tabelas de requisitos funcionais, não funcionais e regras de negócio.
- **Modelagem:** Os diagramas UML Caso de Uso e de Atividades foram criados no Astah Community. Com o diagrama de Caso de Uso foi possível determinar o levantamento de requisitos e o diagrama de Atividades mostra o fluxo de controle inteligente de medicamentos.
- **Arquitetura do Sistema:** Demonstra como os sensores detectam obstáculos e armazena no microcontrolador, enquanto o Firebase hospeda os dados armazenados, através de uma conectividade Wi-Fi para serem enviados ao dispositivo móvel, feito no Android Studio, implementado em Kotlin e o motor de passos faz a rotação do compartimento, que contém as divisórias da caixa de medicamentos.
- **Desenvolvimento do Hardware:** Consiste em um microcontrolador ESP 32, interligado a outros componentes de hardware, dentro de uma caixa redonda com 4 compartimentos, 3 para alocar os comprimidos e 1 para mantê-la fechada.
- **Desenvolvimento Mobile:** Foi desenvolvido um aplicativo para realizar a interação com o usuário, no Figma. Trata-se de um protótipo de alta fidelidade que foi posteriormente implementado no Android Studio.

Fase 3 - Teste do Protótipo: O protótipo foi executado em um ambiente real e funcionou como esperado para a gestão de medicamentos, através de um sistema automatizado de IoT.

4. Resultados e Discussões

Nesta seção, são apresentados os resultados obtidos da Revisão Bibliográfica, Construção do Protótipo e do Teste do Protótipo.

4.1 Revisão Bibliográfica

Esta seção foi caracterizada por pesquisas nos periódicos IEEE, Science Direct, Pub Med, além do Google Livros e Google. Foram feitas pesquisas nos idiomas português e inglês, priorizando citações dos últimos sete anos, principalmente dos anos 2022 e 2023, sendo utilizadas 32 citações.

No IEEE foram identificados 21 artigos com as palavras chaves “smart medicine dispenser e firebase”. No Science Direct foram identificados 2 artigos com a palavra-chave “pill box”, no Pub Ped foi encontrado 1 artigo com a palavra-chave “smart medicine”, no Google Livros foram identificados 5 e-books sobre IoT, Computação em Nuvem, Firebase, Atuadores e Sensores e no Google foram identificados 1 dissertação e 2 sites sobre Atuadores e IoT para serem utilizados no trabalho. A Figura 5 representa a quantidade de referências que foram utilizados na pesquisa.

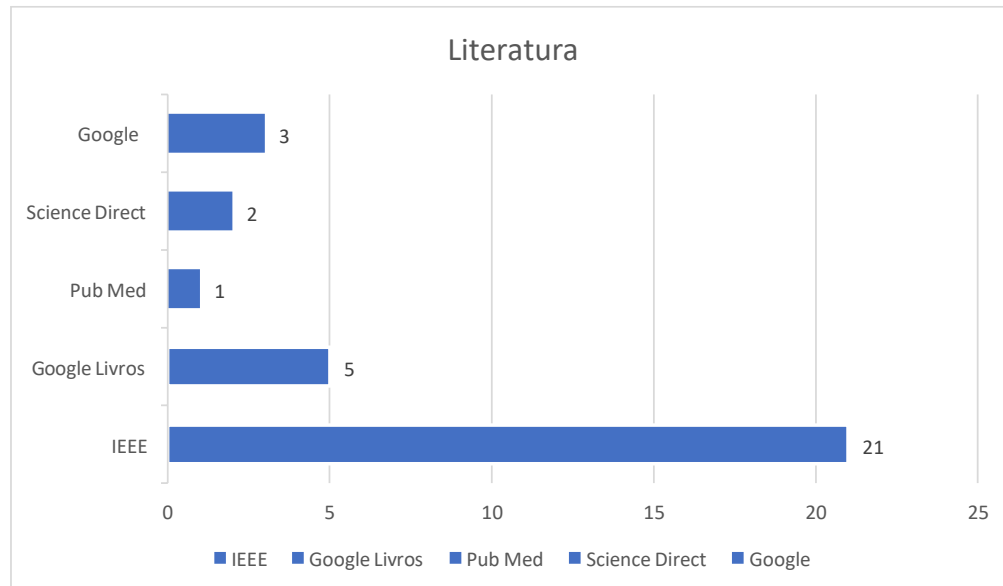


Figura 5. Quantidade de referências utilizadas

4.2 Construção do Protótipo

Esta seção contém cinco pontos a serem destacados, tais como: Levantamento de Requisitos, Modelagem, Arquitetura do Sistema, Desenvolvimento do Hardware, Desenvolvimento Mobile.

Levantamento de Requisitos

Neste item são abordadas as funcionalidades do protótipo para o controle de medicamentos, com o uso da tecnologia IoT, caracterizado pela tabela de requisitos funcionais, não funcionais e regras de negócio.

- **Requisitos Funcionais:** Nos requisitos funcionais, são as tarefas que o software faz para as soluções de problemas, conforme a Tabela 1.

Tabela 1. Requisitos funcionais

Identificador	Descrição	Prioridade	Requisito Relacionado
RF01	A caixa que armazena os remédios deve conter um motor de passo que faz a caixa girar até chegar ao compartimento correto	Essencial	-
RF02	Um sensor óptico de reflexão difusa deve estar embutido na porta de entrada do dispositivo para detectar a entrada e retirada dos medicamentos, pelo usuário	Essencial	RF03
RF03	Um aplicativo de celular deve estar disponível ao usuário	Essencial	-
RF04	O aplicativo deve salvar a quantidade de medicamentos definida pelo usuário	Essencial	RF03
RF05	Deve ser informada no aplicativo a quantidade de medicamentos disponíveis na caixa de medicamentos	Essencial	RF03
RF06	A caixa deve conter um buzzer para emitir um alerta no horário da medicação	Essencial	-

RF07	Os dados do protótipo devem ser coletados pelo Firebase	Essencial	-
RF08	O aplicativo deve calcular automaticamente a quantidade de medicamentos que restam na caixa de medicamentos, na tela de detalhes, todas as vezes que forem retirados pelo usuário	Essencial	-
RF09	O usuário poderá editar o medicamento	Essencial	-
RF10	Caso todos os compartimentos estejam vazios, o botão listar deve estar inativo na tela principal	Importante	-
RF11	Caso o usuário adicione um medicamento e clicar no botão salvar, ele deve voltar ao menu principal	Importante	-

- **Requisitos Não Funcionais:** Os requisitos não funcionais estão relacionados ao uso da aplicação, como a acessibilidade, segurança, confiabilidade, desempenho e conectividade, conforme a Tabela 2.

Tabela 2. Requisitos não funcionais

Identificador	Descrição	Categoria	Prioridade	Requisito Relacionado
RNF01	O aplicativo deve ser simples e intuitivo para o usuário	Acessibilidade	Importante	-
RNF02	O sistema passará por atualizações constantes para melhorar seu desempenho	Confiabilidade	Importante	RNF04
RNF03	Manutenção de baixo custo	Desempenho	Importante	-
RNF04	O app vai ficar 100% portrait	Desempenho	Importante	-

- **Regras de Negócio:** As regras de negócio definem, restringem a estrutura ou comportamento do protótipo, conforme a Tabela 3.

Tabela 3. Regras de negócio

Identificador	Descrição	Requisito Relacionado
RN01	A caixa de medicamentos gira para o usuário armazenar ou pegar os remédios, clicando no botão abrir EdBox, no aplicativo	-
RN02	O usuário poderá excluir o medicamento na tela de detalhes e se todos os compartimentos estiverem vazios voltará à tela inicial do app, senão voltará à lista de medicamentos	-
RN03	Caso todos os compartimentos estejam preenchidos o usuário não poderá adicionar os medicamentos	-

Modelagem

Neste item, são apresentados os diagramas da UM: Caso de Uso e o Diagrama de Atividades.

- **Diagrama de Caso de Uso:** O diagrama de Caso de uso identifica as ações dos autores, composto pelo usuário, o aplicativo e a caixa rotatória, bem como a interação entre eles, conforme a Figura 6.
 - **Usuário:** insere nome, quantidade e abre o Edbox.
 - **Aplicativo:** salva o nome e a quantidade de remédios, exibe a quantidade de medicamentos em estoque, caso o usuário pegue o remédio.
 - **Caixa:** armazena os comprimidos e emite um alerta.

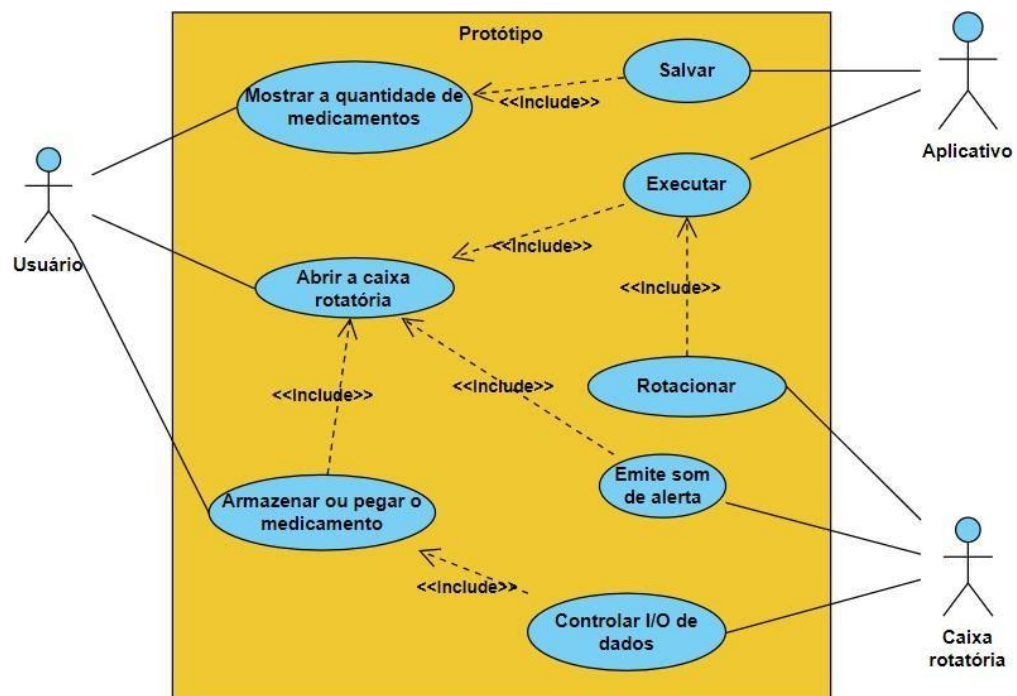


Figura 6. Ações dos atores do sistema

- **Diagrama de Atividades:** O diagrama de atividades descreve o fluxo de controle do sistema com modelagem de aspecto dinâmico que se inicia com a conectividade de uma rede Wi-Fi para armazenar ou capturar a hora local atual, se a hora atual for igual a hora programada o usuário clica na opção abrir a caixa rotatória, a caixa gira até o compartimento correto, quando chegarno compartimento o usuário pega a medicação, conforme a Figura 7.

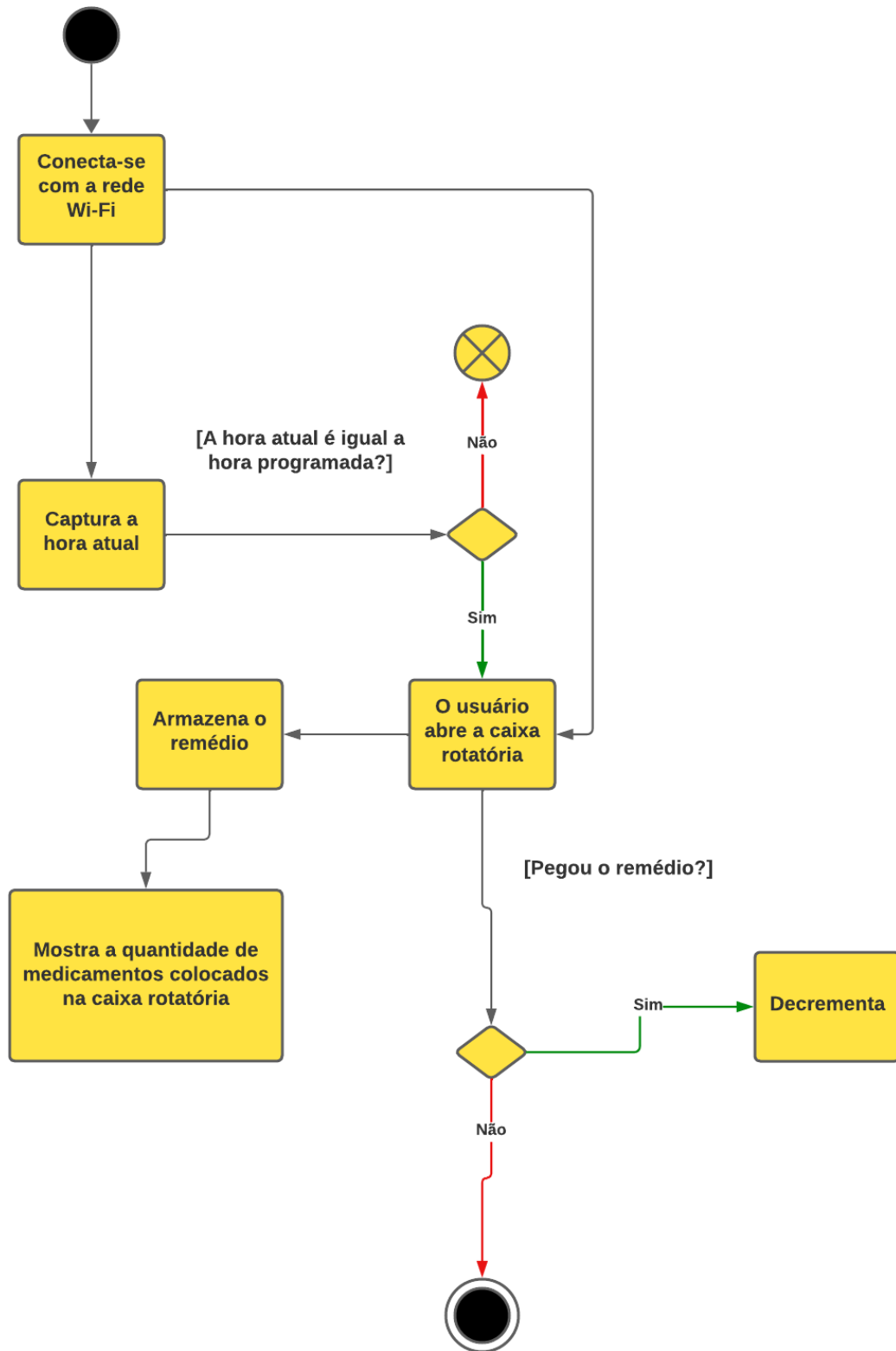


Figura 7. Fluxo do controle da gestão de medicamentos

Arquitetura do Sistema

A arquitetura de sistema para IoT pode ser dividida em camadas que ajudam a separar as diferentes preocupações e responsabilidades do sistema. As Camadas da Arquitetura do Sistema IoT para o Desenvolvimento do protótipo EdBox estão descritas abaixo:

- **Camada de Controle:** Esta camada é responsável por coletar dados do mundo real e transmiti-los para a rede. No protótipo foi utilizado um sensor óptico reflexivo difuso, no qual capta o momento que o usuário pega ou armazena os medicamentos para o controle de saída. Faz parte também desta camada, o microcontrolador esp8266, onde recebe comandos da camada de decisão ou supervisão e executam o controle local de dispositivos.
- **Camada de Atuação:** Esta camada é responsável pela operação direta dos dispositivos físicos, como os atuadores. Existe vários tipos de atuadores, como exemplo o motor de passo, utilizado no trabalho proposto para rotacionar a caixa.
- **Camada de Processamento e Armazenamento:** O banco de dados utilizado foi o Firebase Realtime Database, para o gerenciamento de dados de I/O do protótipo.
- **Implementação:** A linguagem de programação utilizada na IDE do Arduino é C++ e no Android Studio, foi Kotlin.
- **Camada de Aplicação:** Nesta camada os dados são analisados e usados para desenvolver o aplicativo e o protótipo.

Essa arquitetura foi projetada para ajudar pessoas a gerenciar melhor o controle de medicamentos, aumentando a precisão e segurança. A Figura 8 representa a arquitetura do sistema IoT para desenvolver o protótipo EdBox, onde 1- esp8266, 2- motor de passo, 3- caixa de medicamentos.

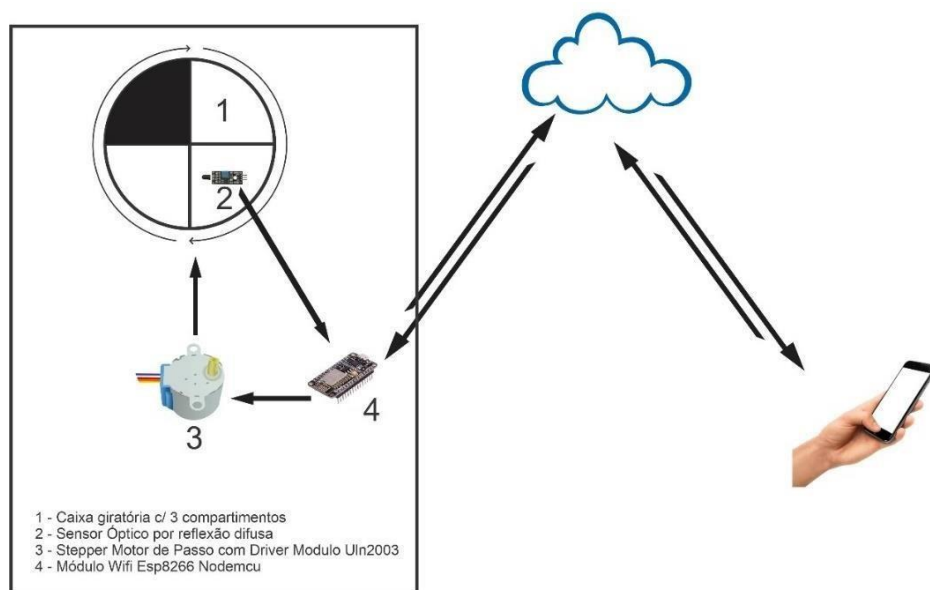


Figura 8. Arquitetura do sistema IoT

Desenvolvimento do Hardware

Este item aborda o processo inicial de desenvolvimento do hardware para que posteriormente sejam utilizados os componentes necessários para o seu funcionamento.






- **Etapa Inicial:** Na etapa inicial foi elaborada uma caixa redonda contendo as divisórias para alocar os medicamentos, assim como as perfurações necessárias para que fosse possível essa alocação. A Figura 9 retrata a etapa inicial da construção do protótipo, que é a elaboração do dispositivo para o armazenamento das medicações.



Figura 9. Etapa inicial

- **Materiais Utilizados:** Os materiais utilizados na caixa redonda para fazer o movimento de rotação e identificar objeto no trabalho proposto, são: sensor óptico por reflexão difusa que tem a função de detectar o momento em que o usuário retira o remédio e faz uma contagem regressiva para que o usuário tenha noção de quantos medicamentos ainda restam na caixa, motor de passo que tem a função de rotacionar até chegar no compartimento correto para o usuário retirar a medicação, jumpers que fazem a conexão entre os componentes e o buzzer para emitir o sinal de alerta na hora de tomar o remédio, conforme a Tabela 4.
- **Bibliotecas Utilizadas:** Foram utilizadas algumas bibliotecas no Arduino IDE, como o <AccelStepper.h> e o <Stepper.h>, referente ao motor de passo, além da biblioteca <FirebaseESP8266.h> para fazer a conexão com o banco de dados de tempo real firebase, enquanto a biblioteca <ESP8266WiFi.h> é referente ao microcontrolador e a biblioteca <Arduino.h> permite algumas funções básicas de entrada e saída de dados.

Tabela 4. Materiais utilizados no protótipo

Descrição	Aplicação	Imagem
Sensor Óptico por Reflexão Difusa	Detecta objetos	
ESP8266	Microcontrolador	
Motor de Passo	Ângulo de rotação preciso	
Jumpers	Interliga a placa aos componentes eletrônicos	
Buzzer	Emite som	

- Controle de Posicionamento:** Para fazer o controle de posicionamento é necessário que o microcontrolador esp8266 se comunique com o Firebase Realtime Database e controle o motor de passo com base nos comandos recebidos do Firebase. No loop principal o código fica dentro da função *loop()*, que é a parte do programa que é executada continuamente em um loop infinito. Na leitura de dados do Firebase Realtime Database o código utiliza a biblioteca Firebase para ler um valor do Firebase Realtime Database. Esse valor é armazenado na variável *command*. Nos comandos A, B, C e D o código verifica o valor de *command* para determinar qual ação deve ser realizada:
 - Se *command* for igual a "A", ele define *position* como 1024 e aguarda 10 segundos com *delay(10000)*. Em seguida, atualiza o valor no Firebase para "D".
 - Se *command* for igual a "B", ele define *position* como 2048 e aguarda 10 segundos com *delay(10000)*. Em seguida, atualiza o valor no Firebase para "D".
 - Se *command* for igual a "C", ele define *position* como 3072 e aguarda 10 segundos com *delay(10000)*. Em seguida, atualiza o valor no Firebase para "D".
 - Se *command* for igual a "D", ele define *position* como 0.

No movimento do motor de passo após definir a variável *position*, o código chama a função *stepper.moveTo(position)* para mover o motor de passo para a posição desejada. Em seguida, ele entra em um loop que verifica o progresso do motor de passo e move passo a passo até atingir a posição desejada. Isso é feito com a função *stepper.run()*. Na saída Serial durante o movimento do motor de passo, o código imprime a posição atual do motor de passo no monitor serial com *Serial.println(position)*. O código em questão está projetado para controlar o motor de passo os compartimentos da caixa rotatória, com base em comandos recebidos do Firebase Realtime Database. Quando os comandos "A", "B" ou "C" são recebidos, o motor de passo é movido para uma posição específica e, após um atraso de 10 segundos, o comando é atualizado para "D". Quando o comando "D" é recebido, o motor de passo é movido para a posição 0. Diante disso, o usuário poderá pegar o medicamento correto e após 10 segundos a caixa fecha automaticamente.

- **Calibração:** Segundo Cardoso e Meggiolaro (2012), para fornecer a calibração do motor de passo específico, é necessário utilizar malha fechada (com realimentação), ou seja, um encoder diretamente acoplado ao eixo do motor. Por conseguinte, existem diversos tipos de atuadores, dentre eles o elétrico, no qual o motor de passo se enquadra, segundo Cardoso e Meggiolaro (2012), os motores de passo são eletromagnéticos que convertem pulsos digitais na entrada em rotações incrementais do eixo do rotor para aplicações de movimento rotacional com precisão, eles são aplicados em impressoras, discos rígidos, máquinas-ferramentas e robôs, além de ter custo-benefício. No trabalho proposto ele foi utilizado para rotacionar a caixa, onde são alocados os medicamentos, com o tempo o motor vai se deteriorando, sendo necessário uma calibração para manter um movimento preciso.

Desenvolvimento Mobile

Nesta item, são demonstradas as funcionalidades do aplicativo para o controle inteligente de medicamentos, denominado EdBox. Nele os dados são coletados em tempo real, através do Firebase Realtime Database, a fim de possibilitar a gestão de medicamentos.

- **Menu Principal:** No menu principal o usuário tem a opção de adicionar medicamentos, logo que o medicamento é adicionado, ele tem a opção de visualizar a lista de medicamentos adicionados, conforme a Figura 10.



Figura 10. Menu principal

- **Tela Adicionar Medicamento:** Na tela de adicionar medicamento, o usuário tem a opção de adicionar o nome de seus medicamentos, a quantidade e depois clicar no botão salvar, conforme a Figura 11.



Figura 11. Tela adicionar medicamento

- **Tela Listar Medicamento:** Na tela de listar medicamento, o usuário pode visualizar os medicamentos que ele adicionou. O usuário poderá adicionar até três medicamentos, se houver compartimento vazio, o botão ficará inativo, senão, o botão ficará ativo para a visualização dos detalhes do medicamento adicionado, conforme a Figura 12.



Figura 12. Tela da lista de medicamentos

- **Tela de Detalhes:** Na tela de detalhes do medicamento adicionado pelo usuário, encontram-se algumas funcionalidades, tais como: visualizar a quantidade de medicamentos que resta na caixa, abrir o protótipo para colocar ou pegar os remédios, editar um novo nome para o medicamento, assim como excluí-lo. Essas funcionalidades podem ser observadas na Figura 13.



Figura 13. Tela de detalhes

4.3 Teste do Protótipo

Este item aborda os processos para execução do protótipo, que foi dividido em 3 passos descritos abaixo:

- **Objetivo do Teste:** O objetivo do teste do protótipo foi identificar possíveis falhas para a melhoria da interface do aplicativo, tornando-o mais intuitivo e para melhor desempenho da caixa rotatória.
- **Preparação do Ambiente:** As ferramentas necessárias para a preparar um ambiente adequado para a execução do protótipo foi o uso do computador, onde consta os scripts para o funcionamento da caixa rotatória e do aplicativo.
- **Observação e Coleta de Dados:** O tempo gasto para o atuador abrir e fechar a caixa foram 10 segundos, o aplicativo não tem a funcionalidade de ajuste de relógio para o usuário programar o horário de tomar os remédios, em vez disso, foi programado um buzzer para acionar um alarme em horário fixo.

No teste do protótipo o motor de passo fez uma rotação precisa para a abertura e fechamento dos compartimentos da caixa, o sensor óptico por reflexão difusa fez a contagem regressiva conforme o usuário foi retirando os medicamentos e para fazer uma demonstração do alarme o buzzer foi programado para ser acionado de dois em dois minutos, conforme a Figura 14.



Figura 14. Teste do protótipo

4. Conclusão

Por conseguinte, muitas pessoas têm dificuldade de memorização que pode afetar a estabilidade emocional, social e econômica, principalmente dos idosos, por serem mais vulneráveis. Essa falta de memória colabora para a não adesão aos medicamentos, atrasando o tratamento ou ocasionando efeitos colaterais devido à subdosagem ou superdosagem, a solução para esse problema foi desenvolver um protótipo que utiliza a internet das coisas para gerenciar as medicações, denominado EdBox.

O objetivo é demonstrar através de um protótipo IoT que o uso de medicamentos pode ser controlado de maneira mais segura, enquanto o objetivo específico é melhorar a qualidade de vida das pessoas, auxiliando a tomar seus medicamentos no horário correto, utilizando a internet das coisas. Como resultado, foi desenvolvido um protótipo para o controle de medicamentos que possui uma caixa rotatória, com capacidade para armazenar até três tipos de remédios, na qual pode ser gerenciada, através de um aplicativo. O intuito de desenvolver o protótipo foi contribuir para um tratamento farmacológico adequado, com uma gestão de medicamentos segura, proporcionando melhoria na saúde das pessoas e sua limitação consistiu em falta de equipamento para a monitoração por vídeo em tempo real, devido à falta de recursos financeiros para adquirir um ESP32 com câmera.

Alguns trabalhos futuros são necessários para uma monitoração e gerenciamento mais eficaz quanto ao uso do protótipo em relação ao tratamento medicamentoso, como: monitorar o paciente, através de um streaming de vídeo com o ESP 32 com câmera, além de acrescentar uma funcionalidade no aplicativo para emitir um alarme na hora de tomar as medicações, por enquanto, essa funcionalidade está inserida na caixa rotatória, com a ajuda de buzzer para emitir o som de alerta.

Agradecimentos

Esta pesquisa, realizada no âmbito do Projeto Samsung-UFAM de Ensino e Pesquisa (SUPER), de acordo com o Artigo 39 do Decreto nº10.521/2020, foi financiada pela Samsung Eletrônica da Amazônia Ltda, nos termos da Lei Federal nº8.387/1991, através do convênio 001/2020 firmado com a UFAM e FAEPI, Brasil.

Referências

- Albino, S.; Maffessoni, A.; Iguarino, L. e Felipette, J. (2023). **Inovação Para Autonomia: Como A Tecnologia Pode Auxiliar Pacientes Com Alzheimer**. Semana Acadêmica de Enfermagem da Universidade Federal da Fronteira Sul (UFFS), Santa Catarina, p. 1 - 6.
- Brasil, C. (2023). **Fundamentos de Cloud Computing**. São Paulo: Senac.
- Brasil, R. e Silva, M. (2019). **Otimização de Projetos de Engenharia**. São Paulo: Blucher.
- Brito, Fabio. (2017). **Sensores e Atuadores**. São Paulo: Érica.
- Bruno, E.; Rabelo, S. e Jucá, S. (2018). **Sistema IoT de Alerta para Medicamentos Controlados**. Porto Alegre, p. 143 - 148.
- Cardozo, W. e Meggiolaro, M. (2012). **Controle de Motores de Passo Aplicado a um Manipulador Robótico**. 141 f. Dissertação (Mestrado em engenharia mecânica) – Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.
- Chavan, N.; Chavan, I.; Karkera, S.; Samanta, R. e Birambole, A. (2022). **Design and Development of Smart Pill Dispenser**. Sardar Patel International Conference on Industry 4.0 - Nascent Technologies and Sustainability for 'Make in India' Initiative, India, p. 1 - 5.
- Corte, I.; Mioso, C.; Mariussi, P.; Stochero, E.; Ries, E. e Bayer, V. (2020). **Compreensão e Adesão ao Tratamento Médico por Idosos Usuários do Sistema Único de Saúde (SUS)**. Brazilian Journal of Health Review, v. 3, n. 4, p. 9827 - 9843.
- Faisal, S.; Ivo, J.; Lee, C.; Carter, C. e Patel, T. (2022). **The Usability, Acceptability, and Functionality of Smart Oral Multidose Dispensing Systems for Medication Adherence: a Scoping Review**. Journal of Pharmacy Practice, v. 35, n. 3, p. 455 - 468.
- Ferreira, L. e Júnior, T. (2018). **Estudo Sobre a Automedicação, O Uso Irracional de Medicamentos e o Papel do Farmacêutico na sua Prevenção**. Disponível em: <https://repositorio.unifaema.edu.br/handle/123456789/2170>. Acesso em: 01 out. 2023.
- Guastaldi, A.; Barbosa, G.; Carvalho, J.; Vaz, G.; Queiroz, V. e Guastaldi, F. (2021). **Bioimpressão da Indústria 4.0 Aplicada à Saúde**. São Carlos: EdUFSCar.
- Gralha, S.; Fleig, T.; Dhil, F.; Morales, A. e Cazella, S. (2022). **IoT Technologies for Elderly Health Care: A Systematic Mapping**. Research, Society and Development, v. 11, n. 7.
- Jabeena, A. e Kumar, S. (2018). **Smart Medicine Dispenser**, International Conference on Smart Systems and Inventive Technology (ICSSIT), India, p. 410 - 414.

- Khedkar, S.; Thube, S.; Estate, I. e Naka, C. (2017). **Realtime Database for Applications**. International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), v. 4, n. 6, p. 2078 - 2082.
- Mathew, A.; Paul, J.; Nair, K.; Sachin, U.; Koncherry, S. e Raghu, C. (2019). **Design and Implementation of a Smart Medicine Dispenser**, IEEE Region 10th Conference (TENCON), India, p. 1059 - 1064.
- Nastrini, V. **Saúde 4.0: O que é, Principais Tecnologias e como se Preparar**. Disponível em: <https://blog.sinaxys.com/saude-4-0/>. Acesso em: 01 out. 2023.
- Ogliari, R. (2019). **Internet das Coisas para Desenvolvedores**. São Paulo: Novatec.
- Ohyer, M.; Moniaga, J.; Sungkawa, I.; Subagyo, B. e Chandra, I. (2019). **The Comparison Firebase Realtime Database and MySQL Database Performance Using Wilcoxon Signed-Rank Test**. Procedia Computer Science, v. 157, p. 396 - 405.
- Patel, K.; Mistry, C.; Gupta, R.; Tanwar, S. e Kumar, N. (2023). **A systematic review on performance evaluation metric selection method for IoT-based applications**. Microprocessors and Microsystems, v. 101, n. 6, p. 104 - 894.
- Patel T.; Ivo J.; Pitre T.; Faisal S.; Antunes K. e Oda K. (2022). **An In-Home Medication Dispensing System to Support Medication Adherence for Patients with Chronic Conditions in the Community Setting: Prospective Observational Pilot Study**. JMIR, v. 19, n. 6.
- Patil, H.; Lightwala, N.; Sherdiwata, M.; Vibhute, D.; Naik, A. e Mali, M. (2022). **An IoT based Smart Medicine Dispenser Model for Healthcare**, IEEE World Conference on Applied Intelligence and Computing (AIC), India, p. 391- 395.
- Pereira, R.; Santos, M.; Diniz, S. e Gonçalves, I. (2020). **O Uso de Medicamentos e seu Impacto na Saúde e Qualidade de Vida**. Londrina: Científica.
- Pinto, L. (2021). **Usando o Firebase em Site e App**. São Paulo: Clube dos Autores.
- Pereira, E. e Cavalcante, A. (2022). **Não Basta a Prescrição: A Importância da Adesão ao Tratamento Farmacológico na DPOC**. Jornal Brasileiro de Pneumonia, v. 48, n. 1, p. 58.
- Schuhmann, J. e Santos, P. (2020). **Sistema Dispensador de Medicamentos**. 76 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Elétrica) – Universidade Federal do Paraná.
- Seabra, R. (2009). **Velhice e memória**. 158 f. Dissertação (Mestrado em Gerontologia) – Universidade Católica de São Paulo.
- Silva, G.; Tambury, R.; Santos, T. e Amorim, A. (2022). **Não Adesão ao Tratamento Farmacológico por Pacientes Diabéticos**. Revista de Psicologia, v. 16, n. 61, p. 141-154.
- Silveira, C. (2016). **Sensor: você sabe o que é e quais os tipos?** Disponível em: <https://www.citissystems.com.br/sensor-voce-sabe-que-quais-tipos>. Acesso em: 10 out. 2023.

- Sukmana, Y. e Rosmansyah, Y, (2021). **The Use of Cloud Firestore for Handling Real-time Data Updates: An Empirical Study of Gamified Online Quiz**. 2nd International Conference on Electronics, Communications and Information Technology (CECIT), China, p. 1239 - 1244.
- Thomazini, D. e Albuquerque, P. (2020). **Sensores Industriais: Fundamentos e Aplicações**. São Paulo: Érica.
- Ullankala, S.; Buddaraju, H.; Meegada, A. e Tallapalli, S. (2023). **Live Streaming Smart Pill Dispenser to Help Elderly/Blind People**. 7th International Conference on Intelligent Computing and Control Systems (ICICCS) (ICICCS), Índia, p. 1186 - 1192.
- Younis, M. e Alwan, Z. (2023). **Monitoring the Performance of Cloud Realtime Databases: A Firebase Case Study**. Al-Sadiq International Conference on Communication and Information Technology (AICCIT), Iraque, p. 240 - 245.