

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CURSO DE ENGENHARIA DA COMPUTAÇÃO

JOÃO HENRIQUE CAMPOS SOARES
JOÃO PEDRO DOS REIS MENDES
LUCAS EMANUEL VEIGA MARQUES
RUDINEI KUZNIER SILVA

ELDERLY CARE ASSISTANT

OFICINA DE INTEGRAÇÃO 2

CURITIBA

2025

JOÃO HENRIQUE CAMPOS SOARES
JOÃO PEDRO DOS REIS MENDES
LUCAS EMANUEL VEIGA MARQUES
RUDINEI KUZNIER SILVA

ELDERLY CARE ASSISTANT

Oficina de Integração 2 apresentada ao Curso de Engenharia da Computação da Universidade Tecnológica Federal do Paraná como requisito parcial para obtenção do grau de “Engenheiro da Computação” – Área de Concentração: Computação.

Orientador: César Manuel Vargas Benitez

CURITIBA

2025

RESUMO

SOARES, João Henrique Campos, MENDES, João Pedro dos Reis, MARQUES, Lucas Emanuel Veiga, SILVA, Rudinei Kuznier. ELDERLY CARE ASSISTANT. 37 f. Oficina de Integração 2 – Curso de Engenharia da Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2025.

O presente trabalho apresenta o desenvolvimento de um dispenser automático de remédios, projetado para auxiliar pacientes no gerenciamento da medicação diária, reduzindo erros e garantindo a adesão ao tratamento. O sistema combina eletrônica embarcada, comunicação sem fio, estrutura mecânica e uma interface web intuitiva para facilitar o uso por idosos e cuidadores.

O dispositivo é combina um Raspberry Pi 2 como controlador de sensores e motores, responsável pelo controle das doses. O sistema também conta com um ESP32CAM, que faz o reconhecimento facial dos pacientes. Além disso, há um banco de dados para armazenar os horários das doses, garantindo que o paciente receba o medicamento no momento correto.

A interface do usuário é acessível via uma página web, permitindo que cuidadores acompanhem o histórico de administração dos medicamentos, bem como o de sinais vitais. Alertas sonoros são disparados, alertando o paciente sobre a necessidade de tomar a medicação.

Para garantir confiabilidade, testes foram realizados para avaliar a precisão da liberação dos comprimidos, a robustez do sistema e a eficácia dos alertas. Os resultados demonstram que o dispenser é uma solução viável para auxiliar no tratamento de pacientes que necessitam de medicação contínua, promovendo maior independência e segurança no consumo de remédios.

Palavras-chave: Dispenser automático de remédios, gerenciamento de medicação, eletrônica embarcada, interface web, IoT, acessibilidade, monitoramento remoto, automação

ABSTRACT

SOARES, João Henrique Campos, MENDES, João Pedro dos Reis, MARQUES, Lucas Emanuel Veiga, SILVA, Rudinei Kuznier. ELDERLY CARE ASSISTANT. 37 f. Oficina de Integração 2 – Curso de Engenharia da Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Curitiba, 2025.

This work presents the development of an automatic medication dispenser designed to assist patients in managing their daily medication, reducing errors, and ensuring treatment adherence. The system integrates embedded electronics, wireless communication, mechanical structure, and an intuitive web interface to facilitate use by elderly individuals and caregivers.

The device combines a Raspberry Pi 2 as the controller for sensors and motors, responsible for dose control. The system also includes an ESP32-CAM, which performs facial recognition of patients. Additionally, a database stores the medication schedules, ensuring that patients receive their medication at the correct time.

The user interface is accessible via a web page, allowing caregivers to track the history of medication administration as well as vital signs. Audible alerts notify patients about the need to take their medication.

To ensure reliability, tests were conducted to evaluate the accuracy of pill dispensing, system robustness, and the effectiveness of alerts. The results demonstrate that the dispenser is a viable solution to support patients requiring continuous medication, promoting greater independence and safety in medication consumption.

Keywords: Automatic medication dispenser, medication management, embedded electronics, web interface, IoT, accessibility, remote monitoring, automation

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1	– Framework representativo dos sistemas automatizados de distribuição de medicamentos.	15
FIGURA 2	– Visão Completa do Artefato	18
FIGURA 3	– Visão traseira do Artefato	18
FIGURA 4	– Visão do Artefato sem os Copos	19
FIGURA 5	– Visão lateral do Artefato	19
FIGURA 6	– Visão superior do Artefato	20
FIGURA 7	– Esquemático do circuito do projeto	24
FIGURA 8	– Placa de circuito impresso do projeto	24
FIGURA 9	– Diagrama entidade-relacionamento	26
FIGURA 10	– Diagrama de classe do backend	27
FIGURA 11	– Máquina de estados de uma requisição comum ao backend	28
FIGURA 12	– Máquina de estados de disparo de rotinas dos pacientes	29
FIGURA 13	– Tela de cadastro de rotinas no frontend	31

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	–	Relação de componentes utilizados e seus respectivos preços	16
----------	---	-------------------------------------------------------------------	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	TRABALHOS RELACIONADOS	14
3	METODOLOGIA	16
3.1	COMPONENTES	16
3.2	ESTRUTURA MECÂNICA	16
3.3	HARDWARE	20
3.3.1	Sensores	20
3.3.1.1	TCRT5000	20
3.3.1.2	GY906	21
3.3.1.3	MAX30102	21
3.3.2	Atuadores	21
3.3.2.1	28BYJ-48	21
3.3.3	Máquina Principal	21
3.3.3.1	Rede	22
3.3.4	ESP32CAM	22
3.3.4.1	Endpoint /capture	22
3.3.4.2	Endpoint /stream	22
3.3.5	Raspberry Pi 2B	23
3.3.5.1	Endpoint /control_motor/str:cylinder_number	23
3.3.5.2	Endpoint /read_vital_signs	23
3.3.6	Circuito	23
3.4	SOFTWARE	25
3.4.1	Objetivos Gerais	25
3.4.2	Banco de Dados	26
3.4.3	Backend	26
3.4.3.1	Utilitários	27
3.4.3.2	Manipulador do banco de dados	27
3.4.3.3	Repositórios	27
3.4.3.4	Casos de Uso	28
3.4.3.5	Máquinas de Estado	28
3.4.4	Frontend	28
3.4.4.1	Arquitetura do Frontend	28
3.4.4.2	Gerenciamento de Estados	29
3.4.4.3	Segurança e Controle de Acesso	29
3.4.4.4	Fluxo de Dados	30
3.4.4.5	Páginas da Aplicação	30
4	RESULTADOS	32
4.0.1	Validação do Mecanismo de Dispensação	32
4.0.2	Desempenho dos Sensores e Monitoramento dos Pacientes	32
4.0.3	Eficiência da Comunicação e Integração do Sistema	32
4.0.4	Estabilidade e Robustez da Arquitetura	33

5 CONCLUSÕES	34
REFERÊNCIAS	35
Apêndice A – LINKS ÚTEIS	36
Anexo A – MOCK-UP	37

1 INTRODUÇÃO

Este é o relatório final da disciplina de Oficina de Integração 2, ofertada regularmente no curso de Engenharia da Computação da UTFPR. Seu objetivo é estimular a criatividade dos estudantes para a criação de um protótipo real que solucione um problema prático, envolvendo conceitos de mecânica, computação e eletrônica. Este capítulo abordará a motivação, a importância e o objetivo do projeto desenvolvido.

A adesão ao tratamento com medicamentos entre idosos é um desafio significativo na área da saúde, influenciado por diversos fatores que comprometem a eficácia terapêutica e a qualidade de vida dessa população. O uso simultâneo de múltiplos medicamentos é comum entre idosos devido à presença de doenças crônicas, o que pode levar a interações medicamentosas adversas e aumentar a complexidade dos esquemas terapêuticos, dificultando a adesão correta ao tratamento. Além disso, alterações na memória e no estado cognitivo contribuem para o esquecimento de doses e horários dos medicamentos, afetando negativamente a adesão terapêutica. A falta de compreensão sobre a importância do tratamento e a forma correta de administração dos medicamentos pode levar ao uso incorreto ou à interrupção do tratamento (MARIN et al., 2008).

Diante desse cenário, desenvolveu-se o Elderly Care Assistant (ECA), um dispenser automático de medicamentos que visa minimizar esses problemas, garantindo que os remédios sejam administrados corretamente, nos horários e quantidades prescritos pelo profissional de saúde. O dispositivo conta com um sistema de reconhecimento facial de pacientes e leitura de sinais vitais, além de automatizar a liberação dos comprimidos e emissão de alarmes sonoros para lembrar o idoso de tomar a medicação no momento correto, reduzindo riscos associados ao esquecimento ou à administração inadequada dos medicamentos.

2 TRABALHOS RELACIONADOS

Este capítulo aborda trabalhos relacionados ao uso de tecnologia na área da saúde, com foco na automação da distribuição de medicamentos e seus impactos. Estudos indicam que, desde 2008, mais de 80% dos hospitais adotaram dispositivos automatizados para substituir sistemas manuais de estocagem e carrinhos de medicação (GRISSINGER, 2012).

Além da ampla adoção desses sistemas, a informática e a automação têm se mostrado fundamentais para otimizar o tempo e a eficiência dos processos hospitalares. Segundo (SERAFIM, 2004), essas tecnologias contribuem significativamente para a redução de custos, erros e carga de trabalho, independentemente do sistema de distribuição utilizado.

O estudo realizado por (WERLANG et al., 2017) tem como objetivo analisar o funcionamento e a operação dos sistemas automatizados de distribuição de medicamentos, destacando seus principais componentes e a inter-relação entre eles. A Figura 1 ilustra um modelo representativo desses sistemas. As setas indicam o fluxo de informações entre os principais componentes, enquanto os quadrados especificam os dados transmitidos. Nesse modelo, a unidade de monitoramento desempenha um papel central ao gerenciar o armazenamento e a distribuição de medicamentos, garantindo maior segurança e eficiência.

Estudos apontam que 15.5% dos idosos necessitam de ajuda para administrar corretamente seus medicamentos (GUTTIER et al., 2017). Além disso, 83% dos idosos pesquisados relataram o uso contínuo de medicamentos, e 23.4% mencionaram lapsos na administração devido a esquecimentos. A polifarmácia, caracterizada pelo uso de quatro ou mais medicamentos, também aumenta significativamente a necessidade de assistência especializada.

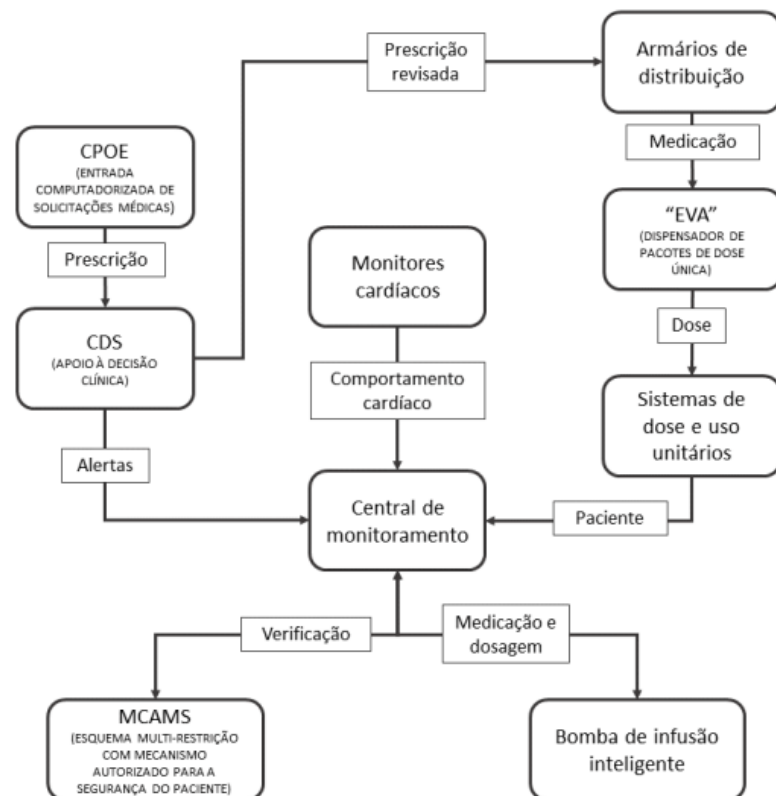


Figura 1: Framework representativo dos sistemas automatizados de distribuição de medicamentos.

Fonte: (WERLANG et al., 2017)

3 METODOLOGIA

Neste capítulo, serão detalhados todos os componentes empregados no desenvolvimento do projeto, além da arquitetura do sistema adotada.

3.1 COMPONENTES

Todos os componentes utilizados no desenvolvimento do projetos estão listados na Tabela 1. Vale destacar que alguns deles já eram de posse dos membros da equipe, o que contribuiu para a redução do custo final do protótipo.

Tabela 1: Relação de componentes utilizados e seus respectivos preços

Componente	Quantidade	Preço Total
Raspberry Pi 2B	1	R\$400.00
ESP32CAM	1	R\$70.00
Jumpers	80	R\$18.00
Fonte chaveada 5V 6A	1	R\$60.00
28BYJ-48 (com driver)	3	R\$45.00
TCRT5000	2	R\$12.00
GY906	1	R\$90.00
MAX30102	1	R\$36.90
Adaptador Wireless USB 802.11	1	R\$34.90
Placa de cobre 20cmx10cm	1	R\$19.90
Papel fotográfico	2	R\$4.00
Filamento PLA 1kg	1	R\$96.00

Fonte: Autoria própria.

3.2 ESTRUTURA MECÂNICA

O desenvolvimento mecânico do Elderly Care Assistant (ECA) foi realizado com o objetivo de criar um dispositivo compacto, ergonômico e funcional para o armazenamento e a liberação automatizada de medicamentos. A modelagem tridimensional do protótipo foi feita

utilizando o software Autodesk Fusion 360, permitindo a visualização detalhada do projeto e a realização de simulações estruturais antes da fabricação.

A modelagem no Fusion 360 permitiu a criação de um design modular, facilitando tanto a montagem quanto a manutenção do dispositivo. O projeto foi dividido em diferentes partes, sendo elas a estrutura principal e os copos para armazenar os remédios. A estrutura principal comporta os componentes eletrônicos e mecânicos, garantindo proteção e estabilidade ao sistema. Os copos foram projetados para armazenar os medicamentos de forma organizada, permitindo a liberação controlada de doses conforme a prescrição médica.

A fabricação do protótipo foi realizada utilizando impressão 3D, o que possibilitou um desenvolvimento ágil e iterativo. As peças foram impressas em PLA (Ácido Polilático) devido à sua resistência mecânica, baixo custo e facilidade de impressão. Algumas das etapas do processo incluíram a configuração dos modelos para impressão, ajuste de parâmetros como espessura das camadas, densidade de preenchimento e suporte estrutural no software de fatiamento, impressão das peças utilizando impressoras 3D, acabamento e montagem com remoção de suportes, lixamento e ajustes de encaixe para garantir o funcionamento adequado do dispositivo, além de testes estruturais para avaliação da resistência das peças e ajustes na modelagem para aprimorar a durabilidade e a funcionalidade do protótipo. Para evitar que os remédios fiquem presos dentro dos copos, projetamos o interior do recipiente com superfícies inclinadas e sem arestas vivas, permitindo que os comprimidos deslizem facilmente para a saída. Além disso, foi implementada uma rotina de controle para o motor responsável pela liberação dos medicamentos, onde ele realiza duas rotações em um sentido e uma no sentido oposto. Esse movimento oscilatório garante que os comprimidos não fiquem encavalados, melhorando a confiabilidade do sistema e evitando falhas na administração das doses.

A adoção da impressão 3D permitiu a rápida prototipagem e validação do design, reduzindo custos e possibilitando melhorias contínuas durante o desenvolvimento do ECA. Com essa abordagem, conseguimos um dispositivo compacto, eficiente e adaptável às necessidades dos usuários.

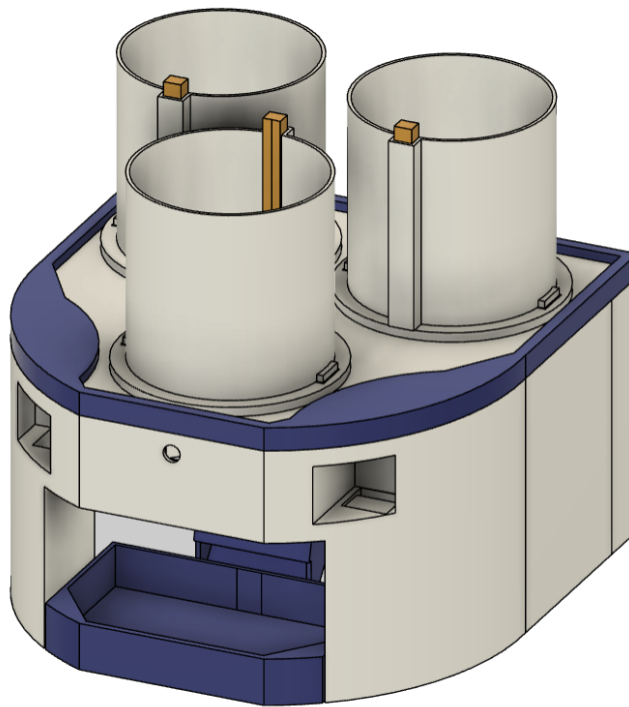


Figura 2: Visão Completa do Artefato

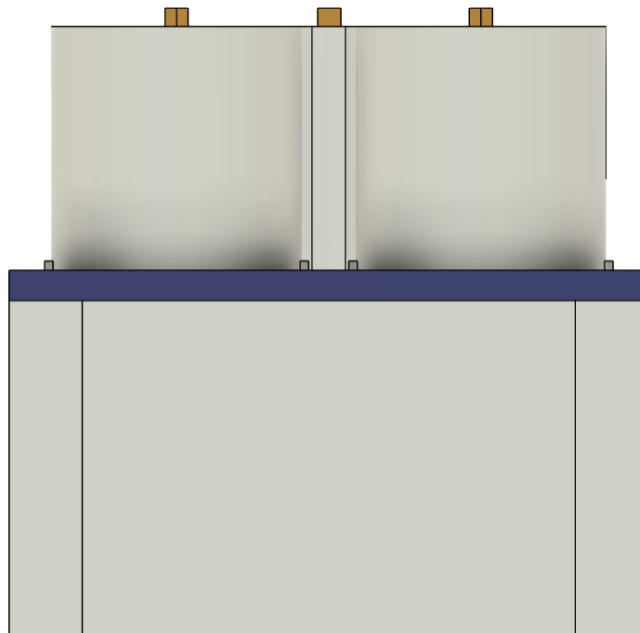


Figura 3: Visão traseira do Artefato

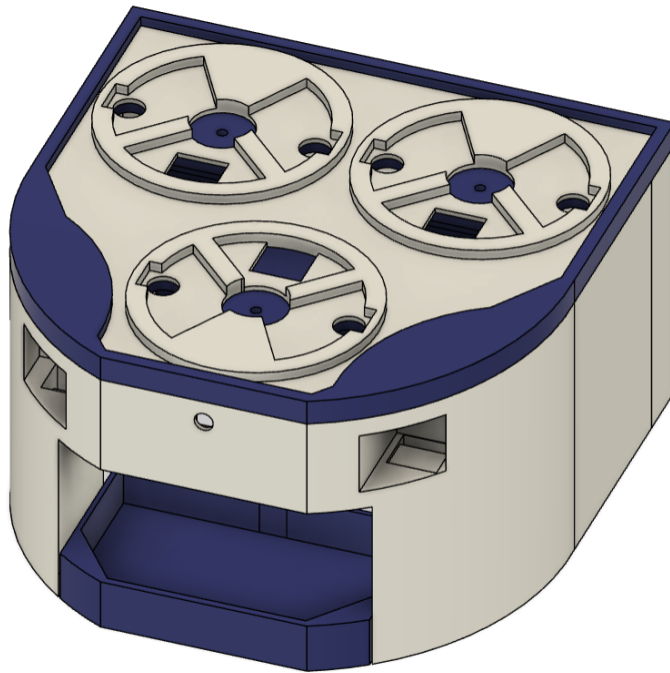


Figura 4: Visão do Artefato sem os Copos



Figura 5: Visão lateral do Artefato

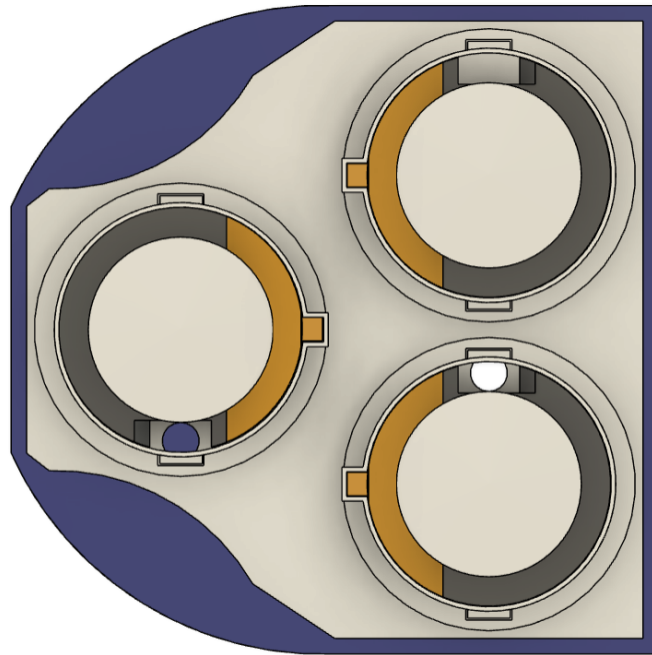


Figura 6: Visão superior do Artefato

3.3 HARDWARE

Esta seção apresenta a organização e o funcionamento do hardware do sistema, detalhando seus componentes e a forma como interagem para garantir o desempenho e a confiabilidade da solução.

3.3.1 SENSORES

O sistema integra três tipos distintos de sensores: um sensor de temperatura infravermelho (GY906), um sensor de oxigenação e batimentos cardíacos (MAX30102) e dois sensores de presença infravermelhos (TCRT5000). Esta seção detalhará as características e funcionalidades de cada um.

3.3.1.1 TCRT5000

O sistema utiliza dois sensores de presença infravermelhos TCRT5000, posicionados frente a frente no bocal de saída dos medicamentos. Esses sensores realizam uma leitura digital do ambiente e sinalizam a passagem de objetos em seu campo de detecção. Durante a validação do sistema, testou-se inicialmente o uso de um único sensor. No entanto, mesmo após calibração, ele apresentava falhas ocasionais ao não detectar medicamentos que caíam na

extremidade oposta de sua posição, devido às dimensões do bocal. Dessa forma, a adição de um segundo sensor mostrou-se fundamental para garantir maior precisão e confiabilidade na detecção.

3.3.1.2 GY906

O sensor GY906 é um sensor de temperatura infravermelho que se comunica via protocolo I2C. Ele foi estrategicamente posicionado na parte frontal da estrutura mecânica para realizar a medição da temperatura do paciente com precisão e eficiência.

3.3.1.3 MAX30102

Além do sensor de temperatura, o sistema conta com o sensor MAX30102, capaz de medir a oxigenação do sangue e os batimentos cardíacos do paciente. Assim como o GY906, ele se comunica via protocolo I2C e foi estrategicamente posicionado na extremidade oposta para facilitar a experiência do usuário e a coleta de dados.

3.3.2 ATUADORES

O sistema utiliza um único tipo de atuador: o motor de passo. Esta seção apresenta suas características e funcionamento.

3.3.2.1 28BYJ-48

Foram empregados três motores de passo 28BYJ-48, cada um com seu respectivo driver para controle. Esses motores têm a função de movimentar os eixos dos cilindros que armazenam os medicamentos, permitindo sua dispensação. Cada motor requer quatro pinos de controle, além do barramento de alimentação, para operar corretamente. Os motores foram estrategicamente posicionados na estrutura mecânica, formando um triângulo equilátero com seus eixos centrais como vértices, garantindo um alinhamento eficiente e um funcionamento preciso do sistema.

3.3.3 MÁQUINA PRINCIPAL

O sistema conta com um laptop executando o sistema operacional Linux, posicionado ao lado da estrutura mecânica. Esse dispositivo desempenha um papel central ao permitir a interação dos pacientes e cuidadores com as funcionalidades do sistema. Além disso, ele é

responsável por hospedar uma rede Wi-Fi local para a comunicação entre os dispositivos e por executar um servidor HTTP para processamento e gerenciamento de requisições.

3.3.3.1 REDE

Ao ser inicializada, a máquina principal cria uma rede Wi-Fi local chamada "eca", utilizando a máscara de rede 10.42.0.0/16. Para garantir uma comunicação estável e previsível, são atribuídos dois endereços IP estáticos aos principais dispositivos do sistema:

10.42.0.2 – ESP32CAM 10.42.0.3 – Raspberry Pi 2B

A definição de IPs fixos mostrou-se essencial, pois a máquina principal realiza diversas requisições a esses dispositivos. O uso de um servidor DHCP, com endereços dinâmicos, poderia gerar mudanças frequentes nos IPs, dificultando a comunicação e exigindo soluções mais complexas para rastreamento dos dispositivos na rede.

3.3.4 ESP32CAM

O ESP32CAM é um microcontrolador compacto com câmera integrada, projetado para capturar e transmitir imagens de forma versátil e eficiente. Seu firmware foi configurado para se conectar à rede Wi-Fi "eca", utilizando o endereço IP estático 10.42.0.2, e para hospedar um servidor HTTP que disponibiliza funcionalidades específicas por meio de diferentes endpoints.

3.3.4.1 ENDPOINT /CAPTURE

O endpoint /capture realiza a captura instantânea de uma imagem utilizando a câmera do ESP32CAM e a transmite para o servidor da máquina principal.

3.3.4.2 ENDPOINT /STREAM

O endpoint /stream fornece uma transmissão contínua das imagens capturadas pela câmera em tempo real. Esse recurso possibilita o monitoramento remoto, permitindo visualizar a cena ao vivo diretamente por quem realizou a requisição.

É importante destacar que, caso a conexão com a rede seja perdida, ocorre uma interrupção na execução do programa. O sistema então entra em estado de espera até que o microcontrolador consiga restabelecer a comunicação, garantindo a continuidade do funcionamento assim que a conexão for reestabelecida.

3.3.5 RASPBERRY PI 2B

O Raspberry Pi 2B é um mini-computador de propósito geral que, nesta arquitetura, foi configurado para se conectar exclusivamente à rede Wi-Fi "eca", utilizando o endereço IP estático 10.42.0.3. Sua principal função é o controle dos atuadores e sensores, operando por meio de requisições HTTP na porta 5000, através de endpoints específicos.

3.3.5.1 ENDPOINT /CONTROL_MOTOR/STR:CYLINDER_NUMBER

A estrutura mecânica conta com três cilindros, identificados pelos números 1, 2 e 3. Ao chamar este endpoint com o identificador correspondente, o motor acoplado ao cilindro selecionado é ativado, iniciando a rotação até que um medicamento seja dispensado.

A detecção da queda do medicamento é realizada pelos sensores TCRT5000, posicionados na saída do cilindro. Quando um sensor identifica a passagem do remédio, uma interrupção é acionada, interrompendo imediatamente o movimento do motor para garantir precisão na dispensação.

3.3.5.2 ENDPOINT /READ_VITAL_SIGNS

Este endpoint aciona os sensores responsáveis pela medição dos sinais vitais e processa os dados coletados antes de retornar a resposta ao usuário. Para garantir maior precisão, os valores obtidos são tratados antes do envio da resposta.

Durante os testes, observou-se que o sensor GY906 fornece medições de temperatura altamente precisas dentro de seu campo de detecção. No entanto, o MAX30102 pode apresentar leituras inconsistentes de oxigenação e batimentos cardíacos. Para mitigar essas variações, o sistema realiza uma média dos últimos cinco valores válidos obtidos para oxigenação e batimentos cardíacos, garantindo uma leitura mais estável e confiável.

3.3.6 CIRCUITO

O circuito do sistema é predominantemente digital, garantindo uma operação eficiente e estável. Para a alimentação do hardware embarcado, utilizou-se uma fonte chaveada de 5V 6A, capaz de fornecer energia suficiente para todos os componentes.

O Raspberry Pi 2B desempenha um papel central no circuito, sendo responsável pelo controle dos sensores e atuadores. Para garantir um sinal de alimentação mais

estável e minimizar interferências, foram posicionados capacitores de cerâmica próximos aos barramentos de alimentação dos sensores e do ESP32CAM. Além disso, um capacitor eletrolítico de 1000 μ F foi adicionado próximo ao barramento de 5V do circuito, reduzindo o ripple e melhorando a estabilidade da tensão de alimentação principal.

Para a montagem dos componentes, foi projetada uma placa de circuito impresso (PCB) de face única, organizando as trilhas e conexões de forma otimizada. Para minimizar ruídos e interferências eletromagnéticas, implementou-se um plano de terra na placa, garantindo melhor desempenho do sistema. A Figura 7 apresenta o esquemático do circuito e a Figura 8 apresenta a PCB.

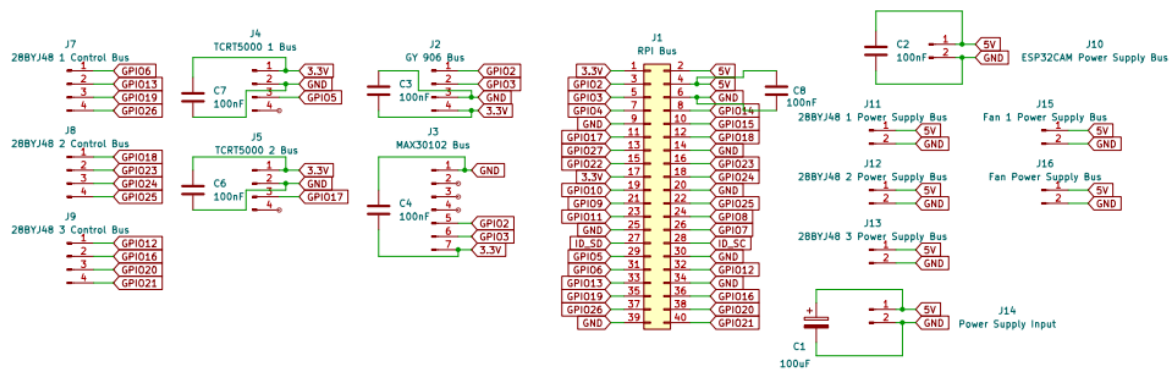


Figura 7: Esquemático do circuito do projeto

Fonte: Autoria própria

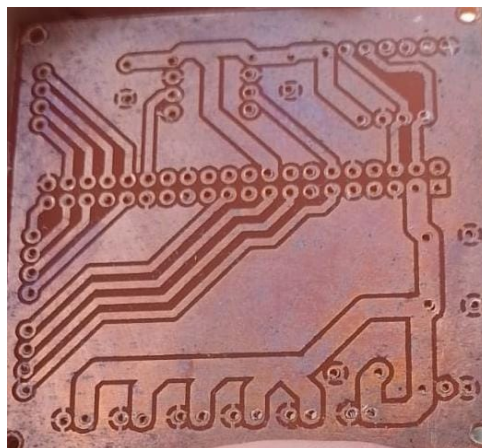


Figura 8: Placa de circuito impresso do projeto

Fonte: Autoria própria

3.4 SOFTWARE

Esta seção apresenta a distribuição dos componentes de software hospedados na Máquina Principal. A proposta desse programa é permitir que os cuidadores e os pacientes interajam com as funcionalidades de usuário do sistema através de um navegador.

3.4.1 OBJETIVOS GERAIS

A plataforma tem os seguintes objetivos gerais:

- Permitir o login de cuidadores
- Permitir a atualização de login de cuidadores
- Permitir o cadastro de pacientes
- Permitir o atualização de pacientes
- Permitir o deleção de pacientes
- Permitir a listagem de pacientes
- Permitir a listagem de sinais vitais de pacientes
- Permitir a listagem de pacientes não-reconhecidos
- Permitir a listagem de sinais vitais de alerta de pacientes
- Permitir o cadastro de rotinas de pacientes
- Permitir a atualização de rotinas de pacientes
- Permitir a deleção de rotinas de pacientes
- Permitir a listagem de rotinas de pacientes
- Permitir o disparo de rotinas de pacientes
- Permitir o cadastro de medicamentos
- Permitir a atualização de medicamentos
- Permitir a deleção de medicamentos
- Permitir a listagem de medicamentos

3.4.2 BANCO DE DADOS

O sistema utiliza o MySQL como gerenciador de banco de dados, uma solução robusta e confiável para o gerenciamento de dados relacionais. A modelagem foi estruturada seguindo os princípios das regras normais de Codd, garantindo integridade, consistência e eficiência no armazenamento das informações. A Figura 9 apresenta o diagrama entidade-relacionamento, ilustrando a estrutura e as interações entre as tabelas do sistema.

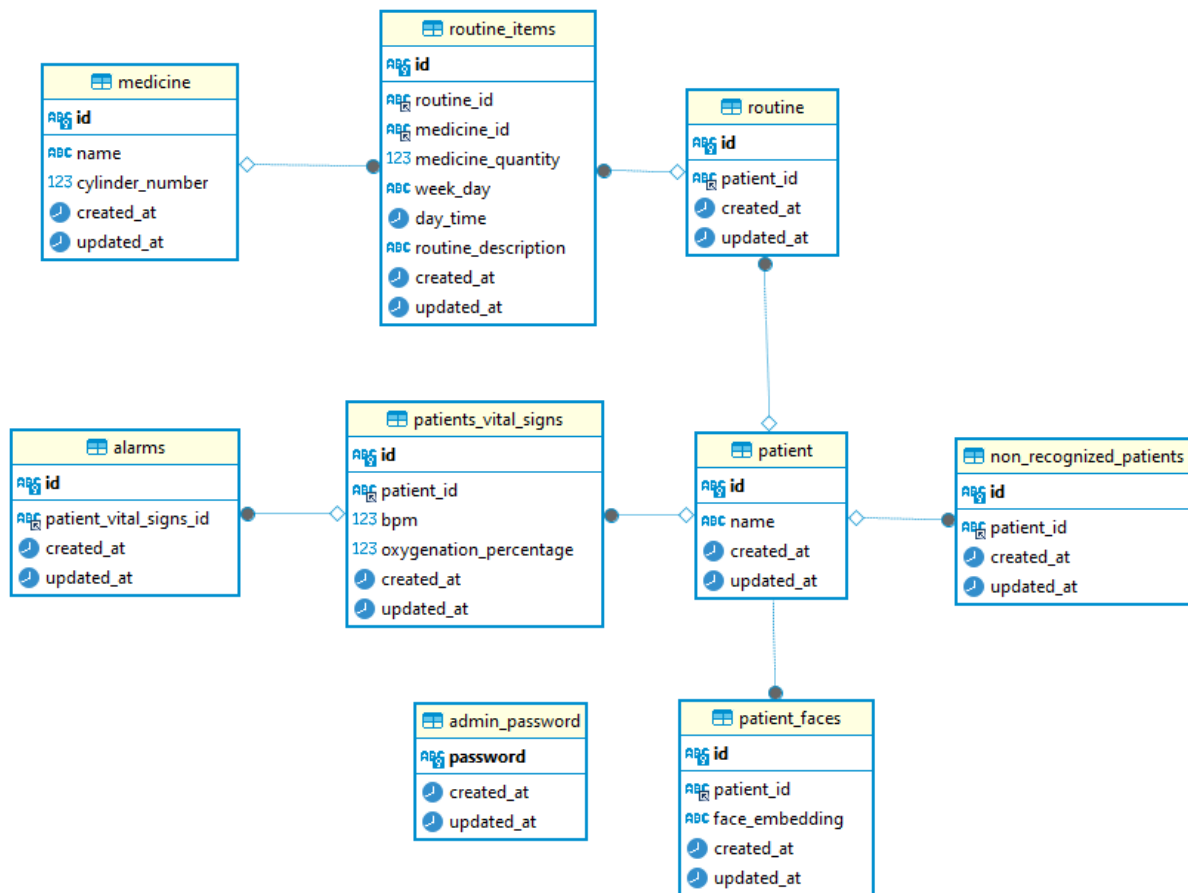


Figura 9: Diagrama entidade-relacionamento

Fonte: Autoria própria

3.4.3 BACKEND

O servidor backend HTTP foi configurado para operar na porta 5000 da máquina principal. Ele foi desenvolvido integralmente em Python e segue uma arquitetura orientada a objetos baseada em casos de uso, repositórios, manipulador do banco de dados e utilitários, garantindo organização, manutenibilidade e escalabilidade ao sistema. A Figura 10 apresenta o diagrama de classes deste componente, ilustrando sua estrutura e principais interações.

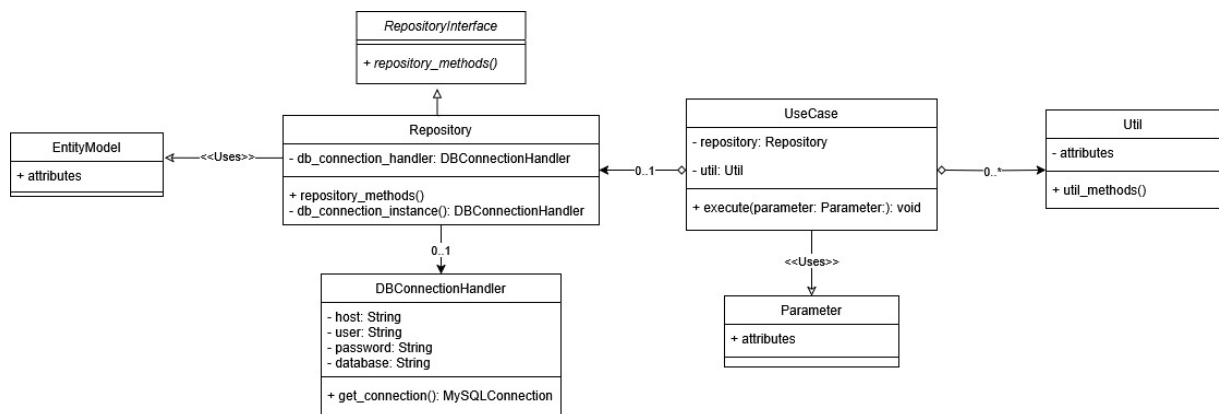


Figura 10: Diagrama de classe do backend

Fonte: Autoria própria

3.4.3.1 UTILITÁRIOS

Os utilitários são classes desenvolvidas para encapsular as funcionalidades das bibliotecas utilizadas, seguindo o padrão de projeto Facade. Essa abordagem foi adotada para reduzir o acoplamento, garantindo que as classes que dependem desses serviços não fiquem diretamente vinculadas às bibliotecas externas, facilitando a manutenção e possíveis substituições de dependências no futuro.

3.4.3.2 MANIPULADOR DO BANCO DE DADOS

O manipulador do banco de dados é a classe responsável por estabelecer a conexão com o banco de dados da máquina principal, fornecendo um objeto centralizado para a execução de operações, como consultas, inserções, atualizações e exclusões de dados. Essa abordagem facilita o gerenciamento da persistência e melhora a organização do código.

3.4.3.3 REPOSITÓRIOS

Os repositórios são classes responsáveis por interagir com o banco de dados de maneira estruturada e organizada. Eles instanciam um objeto manipulador do banco de dados e encapsulam, por meio de métodos, as operações realizadas em suas respectivas tabelas. Essa abordagem promove a reutilização do código, evitando a necessidade de instanciar diretamente o manipulador do banco de dados em diferentes partes do programa, garantindo uma maior separação de responsabilidades e facilitando a manutenção do sistema.

3.4.3.4 CASOS DE USO

Os casos de uso são classes responsáveis por instanciar diretamente os repositórios e utilitários, atuando como o ponto de entrada para as requisições recebidas pelo servidor. Elas organizam e executam a lógica das regras de negócio da plataforma, garantindo um fluxo estruturado de processamento. Dependendo do caso de uso, a classe pode receber parâmetros provenientes da requisição para personalizar a execução da lógica associada.

3.4.3.5 MÁQUINAS DE ESTADO

A Figura 11 mostra a máquina de estados para uma requisição HTTP comum ao backend.

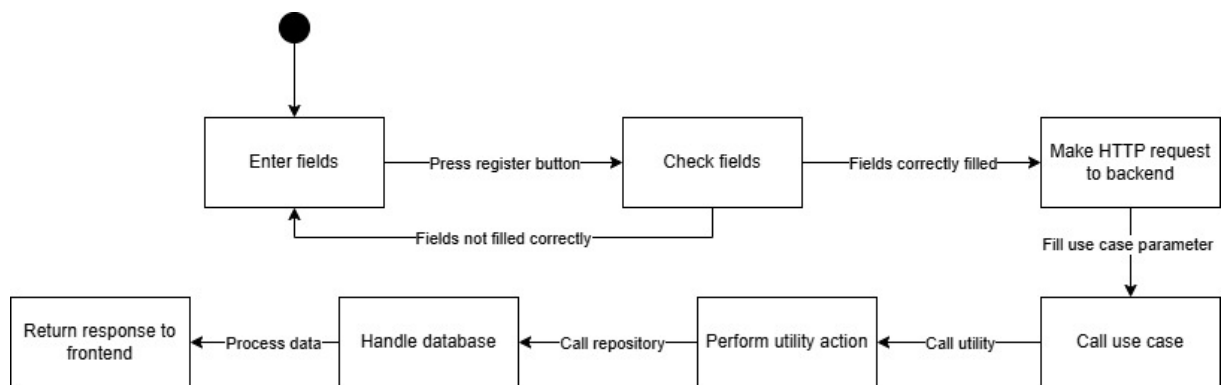


Figura 11: Máquina de estados de uma requisição comum ao backend

Fonte: Autoria própria

A Figura 12 mostra a máquina de estados para o disparo de rotinas dos pacientes.

3.4.4 FRONTEND

A aplicação frontend foi desenvolvida utilizando ReactJS com TypeScript, garantindo uma interface de usuário dinâmica, responsiva e escalável. Toda a estrutura do projeto foi dividida em componentes reutilizáveis, páginas, serviços e contextos, promovendo modularidade e facilidade de manutenção.

3.4.4.1 ARQUITETURA DO FRONTEND

A arquitetura do frontend da aplicação foi desenvolvida adotando uma abordagem modular e componentizada. Essa arquitetura visa promover a reutilização de componentes,

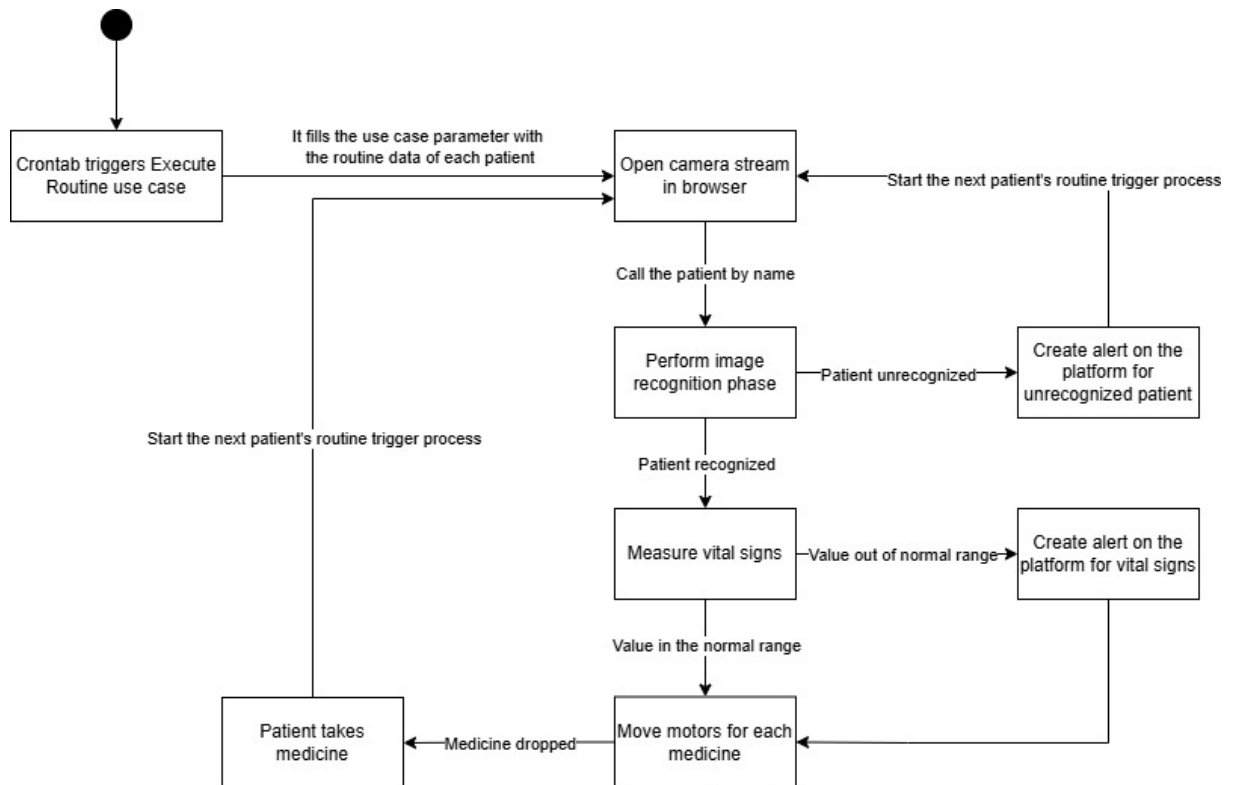


Figura 12: Máquina de estados de disparo de rotinas dos pacientes

Fonte: Autoria própria

facilitar a manutenção do código e permitir uma evolução contínua da interface de usuário.

3.4.4.2 GERENCIAMENTO DE ESTADOS

A aplicação utiliza o **Context API** do React para o gerenciamento de estados globais. Essa abordagem facilita o compartilhamento de informações entre componentes sem a necessidade de prop drilling. Além disso, o Context API funciona como um observador (*Observer Pattern*), atualizando automaticamente os componentes que dependem de estados globais.

3.4.4.3 SEGURANÇA E CONTROLE DE ACESSO

Para garantir a segurança e a consistência dos dados, o frontend possui rotas privadas que só permitem o acesso de usuários autenticados. A autenticação é baseada em sessões gerenciadas pelo backend. O componente de *PrivateRoute* atua como um guardião, redirecionando usuários não autenticados para a tela de login.

3.4.4.4 FLUXO DE DADOS

O fluxo de dados no frontend segue um modelo unidirecional, onde os dados fluem das camadas de serviços para os componentes containers e, então, para os componentes visuais. A comunicação entre componentes irmãos é feita através do Context API ou via callbacks, dependendo da complexidade da interação.

3.4.4.5 PÁGINAS DA APLICAÇÃO

A aplicação conta com diversas páginas dedicadas a funcionalidades específicas, proporcionando uma navegação intuitiva e uma experiência de usuário otimizada. Todas as operações de criação, edição e exclusão de dados são restritas a usuários autenticados, garantindo segurança e controle de acesso ao sistema.

- **Home:** Página inicial que apresenta uma visão geral dos dados dos pacientes, incluindo informações importantes de forma resumida e visualizações intuitivas.
- **Login:** Tela de autenticação.
- **Pacientes:** Interface para gerenciamento de pacientes, permitindo a visualização, adição, atualização e exclusão de registros.
- **Dispenser:** Tela dedicada ao controle do dispenser de medicamentos, gerenciamento de remédios e rotinas.

A Figura 13 apresenta uma das telas do sistema, especificamente a interface de cadastro de rotinas, evidenciando a disposição dos componentes e a usabilidade da aplicação.

Horário

Medicamento

Quantidade

Adicionar Limpar

Dia da semana	Horário	Remédio	Quantidade	Ações
Segunda-Feira	07:30	Losartana	1	Deletar
Segunda-Feira	13:00	Aspirina	1	Deletar

Salvar Rotina

Figura 13: Tela de cadastro de rotinas no frontend

Fonte: Autoria própria

4 RESULTADOS

Neste capítulo, são apresentados os resultados obtidos a partir dos testes realizados com o Elderly Care Assistant, demonstrando a eficácia do sistema em termos de precisão, confiabilidade e integração entre hardware e software.

4.0.1 VALIDAÇÃO DO MECANISMO DE DISPENSÃO

Os experimentos com o dispenser automatizado evidenciaram que o mecanismo de liberação dos medicamentos operou de forma consistente, garantindo a dosagem correta e a liberação controlada das doses. A implementação de dois sensores TCRT5000 no bocal de saída foi determinante para eliminar as falhas de detecção que ocorriam na configuração inicial com apenas um sensor, aumentando significativamente a precisão na identificação da passagem dos comprimidos.

4.0.2 DESEMPENHO DOS SENSORES E MONITORAMENTO DOS PACIENTES

A integração dos sensores de temperatura (GY906) e dos sinais vitais (MAX30102) permitiu a coleta de dados essenciais para o monitoramento dos pacientes. Durante os testes, o sensor GY906 demonstrou alta precisão na medição da temperatura, enquanto o MAX30102, apesar de apresentar variações iniciais, teve suas leituras estabilizadas por meio de um algoritmo que calcula a média dos últimos cinco valores válidos. Essa abordagem garantiu a obtenção de dados confiáveis sobre a oxigenação do sangue e os batimentos cardíacos.

4.0.3 EFICIÊNCIA DA COMUNICAÇÃO E INTEGRAÇÃO DO SISTEMA

A comunicação entre o ESP32CAM e o Raspberry Pi 2B, estabelecida por meio de uma rede Wi-Fi local, mostrou-se robusta e eficiente. Os endpoints desenvolvidos, como o /capture para captura instantânea e o /stream para transmissão contínua de imagens, possibilitaram o monitoramento em tempo real do paciente. Além disso, o endpoint responsável pelo controle

dos motores de passo operou de forma precisa, sincronizando a movimentação dos atuadores com a detecção dos sensores.

4.0.4 ESTABILIDADE E ROBUSTEZ DA ARQUITETURA

A solidez da arquitetura do sistema ficou evidente durante os testes. A utilização de uma fonte chaveada de 5V 6A, combinada com a implementação de capacitores estrategicamente posicionados nos barramentos de alimentação, assegurou a estabilidade do circuito, minimizando oscilações e interferências eletromagnéticas. A montagem da placa de circuito impresso (PCB) demonstrou eficácia na organização dos componentes, contribuindo para o desempenho contínuo e seguro do dispositivo.

Em síntese, os resultados demonstram que o Elderly Care Assistant se configura como uma solução viável e eficiente para auxiliar no gerenciamento da medicação em pacientes idosos, combinando precisão na dispensação, confiabilidade dos sensores, robustez da comunicação e uma interface de fácil utilização. Estes resultados reforçam o potencial do sistema em melhorar a qualidade do cuidado e a segurança dos usuários, cumprindo de maneira satisfatória os objetivos propostos.

5 CONCLUSÕES

O desenvolvimento do Elderly Care Assistant demonstrou a viabilidade e a eficácia de uma solução integrada para o gerenciamento da administração de medicamentos em pacientes idosos. A combinação de tecnologias embarcadas, sensores de monitoramento, atuadores precisos e uma interface web intuitiva permitiu superar desafios relacionados à adesão ao tratamento, proporcionando maior segurança e independência aos usuários.

Os testes realizados evidenciaram que a estratégia de utilizar dois sensores TCRT5000 aumentou significativamente a precisão na detecção da liberação dos comprimidos, garantindo a dosagem correta. Além disso, a integração dos sensores GY906 e MAX30102 possibilitou a coleta de dados confiáveis dos sinais vitais, contribuindo para um monitoramento contínuo e seguro dos pacientes.

A arquitetura do sistema, baseada em uma rede local com comunicação robusta entre o ESP32CAM e o Raspberry Pi 2, demonstrou eficiência na transmissão de dados e no controle dos atuadores. O desenvolvimento do backend orientado a objetos, aliado à utilização de um banco de dados relacional, facilitou a organização, o gerenciamento e a escalabilidade das informações, evidenciando a robustez da solução.

Ademais, o uso de técnicas de prototipagem rápida e design modular, com a impressão 3D dos componentes mecânicos, permitiu um desenvolvimento ágil e flexível, possibilitando ajustes e aprimoramentos contínuos durante o projeto. Dessa forma, o Elderly Care Assistant se configura como uma ferramenta promissora para auxiliar na administração de medicamentos, contribuindo para a melhoria da qualidade do cuidado prestado aos idosos.

Como perspectivas futuras, recomenda-se a realização de testes em ambientes reais, a integração com sistemas de saúde existentes e a implementação de funcionalidades adicionais, como o monitoramento remoto via dispositivos móveis, a fim de ampliar o alcance e a efetividade do sistema.

REFERÊNCIAS

GRISSINGER, M. **Safeguards for Using and designing automated dispensing cabinets.** [S.l.]: A peer-reviewed journal for formulary management, 2012. 490-530 p.

GUTTIER, M. C.; SILVEIRA, M. P. T.; TAVARES, N. U. L. **Dificuldades no uso de medicamentos por idosos acompanhados em uma coorte do Sul do Brasil.** Revista Brasileira de Epidemiologia [online], 2017. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1980-549720230020>>.

MARIN, M. J. S. et al. **Caracterização do uso de medicamentos entre idosos de uma unidade do Programa Saúde da Família.** Escola Nacional de Saúde Pública Sergio Arouca, Fundação Oswaldo Cruz, Jul 2008. 1545–1555 p. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-311X2008000700009>>.

SERAFIM, S. **Impacto da informatização na dispensação de medicamentos em um hospital universitário.** Ribeirão Preto, Brasil: Dissertação de Mestrado, Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2004. Disponível em: <<https://doi.org/10.11606/D.17.2005.tde-08112006-150520>>.

WERLANG, A. B. C. et al. **SISTEMAS AUTOMATIZADOS DE DISTRIBUIÇÃO DE MEDICAMENTOS EM UNIDADES DE SAÚDE: CARACTERÍSTICAS E APLICAÇÕES.** Joinville, Brasil: XXXVII ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 2017.

APÊNDICE A – LINKS ÚTEIS

Github: <https://github.com/orgs/integration-workshop-2/repositories>

Blog: <https://integration-workshop-2.github.io/website/>

ANEXO A – MOCK-UP

Link: <https://github.com/integration-workshop-2/backend/blob/master/diagrams/mock>