

CENTRO PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE ITAQUERA
PROFESSOR MIGUEL REALE
CURSO SUPERIOR EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Fábio Isidoro da Silva
Pedro Marques Chaves
Victor Lopes Montanari Sartori

**Dispensador Automatizado de Medicamentos
Para Pacientes Não Alfabetizados**

São Paulo
2025

CENTRO PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE ITAQUERA
PROFESSOR MIGUEL REALE
CURSO SUPERIOR EM AUTOMAÇÃO INDUSTRIAL

Fábio Isidoro da Silva
Pedro Marques Chaves
Victor Lopes Montanari Sartori

**Dispensador Automatizado de Medicamentos
Para Pacientes Não Alfabetizados**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a
faculdade de Tecnologia Miguel Reale, como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Tecnólogo em Automação Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Santos de Souza

São Paulo

2025

FOLHA DE APROVAÇÃO

Fábio Isidoro da Silva
Pedro Marques Chaves
Victor Lopes Montanari Sartori

Dispensador de medicamentos automatizado para pacientes não alfabetizados

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a faculdade de Tecnologia Miguel Reale, como parte dos requisitos para obtenção do título de Tecnólogo em Automação Industrial.

Orientador: Prof. Dr. Flávio Santos de Souza

Aprovado em: ____/____/____

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Flávio Santos de Souza

Assinatura: _____

Instituição: FATEC ITAQUERA

Data ____ / ____ / ____

Prof. Esp. David Tadami Suzuki

Assinatura: _____

Instituição: FATEC ITAQUERA

Data ____ / ____ / ____

Prof. Me. Daniel Rodrigues de Sousa

Assinatura: _____

Instituição: FATEC ITAQUERA

Data ____ / ____ / ____

Dedicamos este trabalho a todos que de forma direta ou indireta contribuíram para seu desenvolvimento, em especial ao corpo docente da Fatec Miguel Reale.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos primeiramente a Deus, sem ele não estaríamos aqui.

A nossos pais, filhos e cônjuges, por estarem sempre ao nosso lado e não nos deixaram desistir frente aos obstáculos enfrentados.

A todos os profissionais da Fatec Miguel Reale, que proporcionaram conhecimento e um ambiente agradável de estudo. O nosso muito obrigado.

Nosso agradecimento em especial ao nosso orientador, Professor Doutor Flávio Santos de Souza, que sempre nos incentivou, alertando, orientando e contribuindo de forma ativa para a conclusão deste trabalho.

“O único lugar onde o sucesso vem
antes do trabalho é no dicionário.”

Albert Einstein

RESUMO

Pessoas não alfabetizadas ou com dificuldade para leitura, principalmente idosos, possuem grande dificuldade para seguirem corretamente os tratamentos médicos devido a esquecimentos ou mesmo deficiência na capacidade de identificar quais remédios devem ser administrados em quais horários. Com foco neste público, este projeto apresenta um dispensador automatizado de medicamentos. O projeto consiste um repositório (que deve ser previamente abastecido com os remédios) provido de sistemas de alertas sonoros e gavetas sinalizadas com *led*, temporizador e IHM (Interface Homem-Máquina), para facilitar a correta administração dos remédios nos horários corretos. O controle de toda programação foi realizado com base no microcontrolador ESP32.

Palavras chave: Autonomia dispensador, ESP-32, não-alfabetizados, remédios.

ABSTRACT

People who are illiterate or have difficulty reading, especially the elderly, have great difficulty in following medical treatments correctly due to forgetfulness or even a lack of ability to identify which medications should be administered at what times. With this audience in mind, this project presents an automated medication dispenser. The project consists of a repository (which must be previously stocked with medications) equipped with sound alert systems and drawers marked with LEDs, a timer and an MMI (Man-Machine Interface), to facilitate the correct administration of medications at the correct times. The control of all programming was carried out based on the ESP32 microcontroller.

Keywords: Autonomy, dispenser, ESP-32, non-literate, medicines.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Evolução da população mundial com 60 anos ou mais (1950–2100).	16
Figura 2 – Número de mortes por DCNT segundo anos de escolaridade no Brasil (2021).	20
Figura 3 – Dispensador conceitual gerado por IA	21
Figura 4 – Taxa de analfabetismo no Brasil de pessoas com 15 anos ou mais.	25
Figura 5 – Componentes de baixo custo utilizados em automações.	26
Figura 6 – Dispensador Pivotell MK3.	27
Figura 7 – Dispensador Smart Medicine Box.	29
Figura 8 – Dispensador Automático Hero.	30
Figura 9 – Dispensador de Medicamentos Automatizado (Moreira e Flôr, 2018).	31
Figura 10 – Dispositivo Pillo.	32
Figura 11 – Dispositivo Supermed.	34
Figura 12 – Aplicativo Medisafe.	35
Figura 13 – Sacos plásticos para separação de medicamentos.	37
Figura 14 – Copos com medicamentos com etiquetas para identificação visual do período diurno.	37
Figura 15 – Dimensões de medicamentos.	38
Figura 16 – Protótipo montado em Protoboard.	42
Figura 17 – Protótipo fabricado em MDF.	43
Figura 18 – ESP 32: à esquerda o ESP Secundário e à direita o ESP Principal.	44
Figura 19 – Power bank instalado e fonte de alimentação 5V.	47
Figura 20 – Tela de Login do ESP Principal.	49
Figura 21 – Painel administrativo para limpar EEPROM e ajustar horário no RTC.	49
Figura 22 – Visão geral da página principal do dispensador.	50
Figura 23 – Alerta visual da gaveta a ser aberta.	54

Figura 24 – Simulação de número de comprimidos na matriz 8x8.	54
Figura 25 – Sugestão dos autores para auxiliar em maior adesão.	57

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Número de mortes por Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) segundo faixa etária no mundo (em milhões).18

Tabela 2 – Principais causas de mortes por DCNT em pessoas entre 30 e 70 anos (em milhões).18

Tabela 3 – Lista de componentes eletrônicos.46

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária
DCNT – Doenças Crônicas Não Transmissíveis
ESP32 – Microcontrolador da Espressif Systems
IHM – Interface Homem-Máquina
LCD – Liquid Crystal Display
MDF – Medium-Density Fiberboard (fibra de média densidade)
OMS – Organização Mundial da Saúde
RTC – Real Time Clock (Relógio de Tempo Real)
SUS – Sistema Único de Saúde
TCC – Trabalho de Conclusão de Curso
Wi-Fi – Wireless Fidelity
LED – light-emitting diode
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
EEPROM – Electrically Erasable Programmable Read-Only Memory

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	15
1.1 JUSTIFICATIVA.....	19
1.2 OBJETIVO GERAL	21
1.3 OBJETIVO ESPECÍFICO	22
1.4 DELIMITAÇÃO	23
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1 DESAFIOS PARA PESSOAS NÃO ALFABETIZADAS	24
2.2 USO DE TECNOLOGIAS ACESSÍVEIS	26
2.3 AVALIAÇÃO DE TÉCNICAS PARA A ADESÃO MEDICAMENTOSA ..	27
2.3.1 APLICATIVOS MÓVEIS.....	35
2.4 ESTUDO DE CASO: SOLUÇÕES NÃO TECNOLÓGICAS	36
3. DESENVOLVIMENTO	40
3.1 PLANEJAMENTO E PESQUISA.....	40
3.2 ETAPAS DO PROJETO.....	41
3.3 FERRAMENTAS E MATERIAIS UTILIZADOS	45
3.3.1 ESTRUTURA FÍSICA.....	45
3.3.2 COMPONENTES ELETRÔNICOS.....	46
3.3.3 FONTE DE ALIMENTAÇÃO.....	47
3.3.4 COMUNICAÇÃO ENTRE MODULOS ESP's	48
3.3.5 INTERFACE WEB E CONFIGURAÇÃO	48
3.3.6 FLUXOGRAMA DE FUNCIONAMENTO.....	51
4. TESTES E RESULTADOS	52
4.1 METODOLOGIA DOS TESTES	52
4.2 PROCEDIMENTOS EXECUTADOS	53
4.3 RESULTADOS OBSERVADOS	55
4.4 INTEGRAÇÃO AO SUS E POSSIBILIDADES DE AMPLIAÇÃO	56

5. CONCLUSÃO	58
6 - REFERÊNCIAS	60
7. APÊNDICE	63

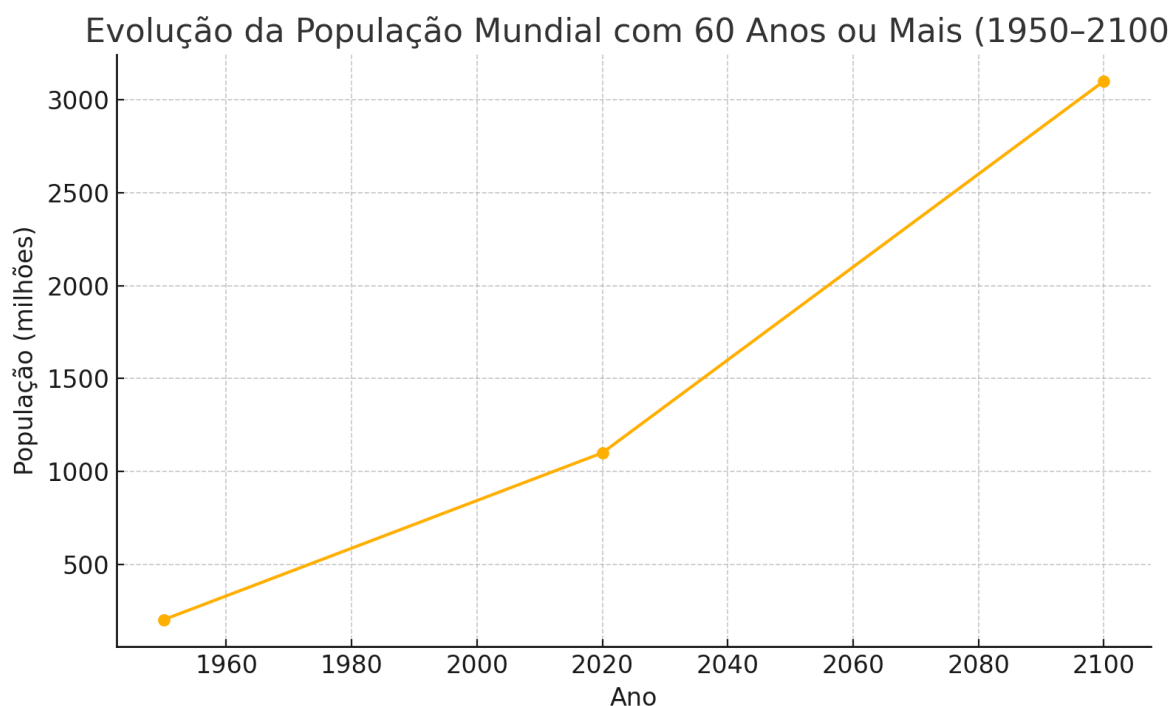
1. INTRODUÇÃO

A evolução da demografia mundial ao longo das últimas décadas evidencia um fenômeno cada vez mais presente: o envelhecimento populacional. Desde 1950, essa tendência tem sido observada com intensidade crescente, sendo marcada não apenas pelo aumento no número absoluto de pessoas idosas, mas também pela elevação significativa da sua participação percentual no total da população. Segundo Alves (2019), essa mudança no perfil etário global tende a se acentuar nas próximas décadas, o que pode exigir novas abordagens sociais, econômicas e tecnológicas para lidar com os desafios impostos por uma população cada vez mais longeva.

Conforme Alves (2019), a população global com 60 anos ou mais, passou de 202 milhões nos anos 1950 para 1,1 bilhão nos anos 2020, e projeta-se que esse número alcance cerca de 3,1 bilhões até 2100. Essa mudança é impulsionada por dois fatores principais: a elevação da expectativa de vida, resultante de melhorias nas condições sanitárias e de saúde, e a queda nas taxas de fecundidade, que reduz a proporção de jovens na população.

Segundo Paradella (2018), esse cenário não é exclusivo do Brasil, mas reflete uma tendência mundial, exigindo atenção especial às necessidades desse grupo etário, que se torna cada vez mais expressivo e dependente de políticas públicas e tecnologias de apoio.

Figura 1 – Evolução da população mundial com 60 anos ou mais (1950–2100)



Fonte: ALVES 2019.

O envelhecimento, embora seja um processo natural e universal, manifesta-se de formas distintas a depender dos contextos sociais, econômicos e culturais vivenciados por cada indivíduo. Fatores como condições financeiras, acesso à educação e hábitos de vida influenciam diretamente a forma como esse processo ocorre, o que afeta desde a saúde mental, até o surgimento de doenças crônicas (CONKOVA et al., 2020).

Do ponto de vista biológico, o envelhecimento está associado a mudanças fisiológicas e bioquímicas progressivas, resultando em alterações fenotípicas complexas que contribuem para o aumento do risco de enfermidades típicas da terceira idade (RODRIGUES et al., 2023).

A adesão ao tratamento médico é um fator determinante para o sucesso terapêutico, sobretudo no enfrentamento de doenças crônicas. As Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT), como as cardiovasculares, foram responsáveis por cerca de 55% das mortes registradas no Brasil em 2019, ultrapassando os 734 mil óbitos —

destas, mais de 362 mil foram apenas por complicações do sistema circulatório (FELICIANO et al., 2023). No entanto, seguir corretamente as orientações médicas nem sempre é uma tarefa simples, especialmente para indivíduos com baixa escolaridade (SEIDL, 2007). A dificuldade em compreender prescrições, horários e dosagens impacta diretamente a adesão. O Ministério da Saúde (2016) aponta que pacientes com baixo grau de instrução têm até três vezes menos chance de aderir corretamente à terapia antirretroviral, por exemplo.

Maldaner et al. (2008) e Ministério da Saúde (2016) afirmam que a baixa adesão aos tratamentos médicos pode levar a hospitalizações em até 2,5% dos casos, com uma prevalência global de complicações de 10,1% ligadas à compreensão inadequada do tratamento. Nessas condições, a simples tarefa de tomar um medicamento no horário certo pode se tornar um desafio complexo, que compromete a eficácia terapêutica e reforça a dependência de terceiros.

Segundo Guimarães (2018), o dia a dia de pessoas não alfabetizadas é permeado por dificuldades que, para indivíduos letrados, passariam despercebidas. Atividades rotineiras, como ler um aviso, interpretar um horário ou seguir instruções básicas, podem se tornar verdadeiros obstáculos. Essa limitação se intensifica ainda mais quando se trata de questões relacionadas à saúde, como o controle e a administração de medicamentos. A ausência de autonomia nesse aspecto pode gerar riscos sérios, e afetar diretamente o sucesso do tratamento.

O cenário apresentado evidencia que o desenvolvimento de tecnologias facilitadoras da gestão do tratamento médico para o usuário final é um tema importante a ser discutido e trabalhado. Aumentar a acessibilidade pode ser um importante passo no sentido de promover inclusão, segurança e qualidade de vida das pessoas com algumas das dificuldades apresentadas no início deste texto no que se refere a correta adesão de tratamentos médicos.

A gravidade e a persistência das DCNT ao longo dos anos são evidenciadas pelos dados globais apresentados pela Organização Mundial da Saúde, conforme demonstram a Tabela 1 e Tabela 2:

Tabela 1 – Número de mortes por Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) segundo faixa etária no mundo (em milhões)

Faixa etária	2000	2010	2015	2019
Acima de 70 anos	16.8	19.9	21.8	23.8
Entre 30 e 70 anos	12.7	13.7	14.7	15.7
Abaixo de 30 anos	1.7	1.5	1.4	1.4
Total	31.2	35.1	37.9	40.9

Fonte: WORLD HEALTH ORGANIZATION. Political declaration of third high-level meeting of General Assembly on the prevention and control of noncommunicable diseases. Geneva, 2020. Tradução nossa.

Tabela 2 – Principais causas de mortes por DCNT em pessoas entre 30 e 70 anos (em milhões)

Causa de morte	2000	2010	2015	2019
Doenças cardiovasculares	6.3	6.3	6.6	6.9
Neoplasias (cânceres)	3.3	4.2	4.7	5.0
Doenças respiratórias crônicas	0.9	1.0	1.0	1.0
Diabetes	0.6	0.9	1.0	1.2
Outras DCNT	1.6	1.4	1.5	1.6
Total	12.7	13.7	14.7	15.7

Fonte: WORLD HEALTH ORGANIZATION. Political declaration of third high-level meeting of General Assembly on the prevention and control of noncommunicable diseases. Geneva, 2020. Tradução nossa.

Com base no contexto apresentado, a proposta deste projeto é o desenvolvimento de um dispensador de medicamentos automatizado voltado principalmente para pacientes não alfabetizados. O projeto visa tornar o processo de medicação uma tarefa mais simples e seguro e com isso, promover maior autonomia aos usuários, reduzir a margem de erro na tomada de medicamentos e contribuir significativamente para a adesão ao tratamento, especialmente entre indivíduos com baixa escolaridade.

O sistema contará com:

- Gavetas sinalizadas por LEDs, ativadas de acordo com os horários prescritos;
- Alertas sonoros que indicarão o momento correto da administração;
- IHM (Interface Homem-Máquina) com interface gráfica baseada em símbolos e cores (elementos visuais de fácil assimilação).

1.1 JUSTIFICATIVA

A efetividade de qualquer tratamento médico está fortemente condicionada à adesão do paciente às orientações recebidas. Essa adesão é especialmente crítica em casos de doenças crônicas, que exigem disciplina e continuidade no uso de medicamentos. No entanto, diversos fatores podem comprometer esse processo, sendo o baixo nível de escolaridade um dos mais significativos. Pacientes com dificuldade de leitura ou interpretação de informações médicas enfrentam barreiras reais no entendimento de prescrições, horários e dosagens.

Maldaner et al. (2008) destacam que há uma correlação direta entre o grau de alfabetização e a capacidade de seguir corretamente os tratamentos propostos. Dessa forma, o déficit educacional se revela não apenas como um entrave à compreensão das instruções médicas, mas também como um obstáculo à autonomia do paciente e ao sucesso terapêutico.

Guimarães (2018) evidencia, em sua pesquisa, que o cotidiano de pessoas não alfabetizadas é marcado por obstáculos constantes. Tarefas consideradas simples, como ler um rótulo ou entender uma instrução, tornam-se desafios significativos, exigindo soluções alternativas e muitas vezes improvisadas para lidar com situações corriqueiras. Essa condição pode ser comparada a um labirinto, em que cada decisão exige um esforço de adaptação. Quando essa limitação se estende ao campo da saúde, as consequências tornam-se ainda mais graves. A dificuldade em compreender informações médicas básicas e a dependência de terceiros para tomar medicamentos no horário correto aumentam não só a vulnerabilidade desses indivíduos, mas também o risco de erros e complicações no tratamento.

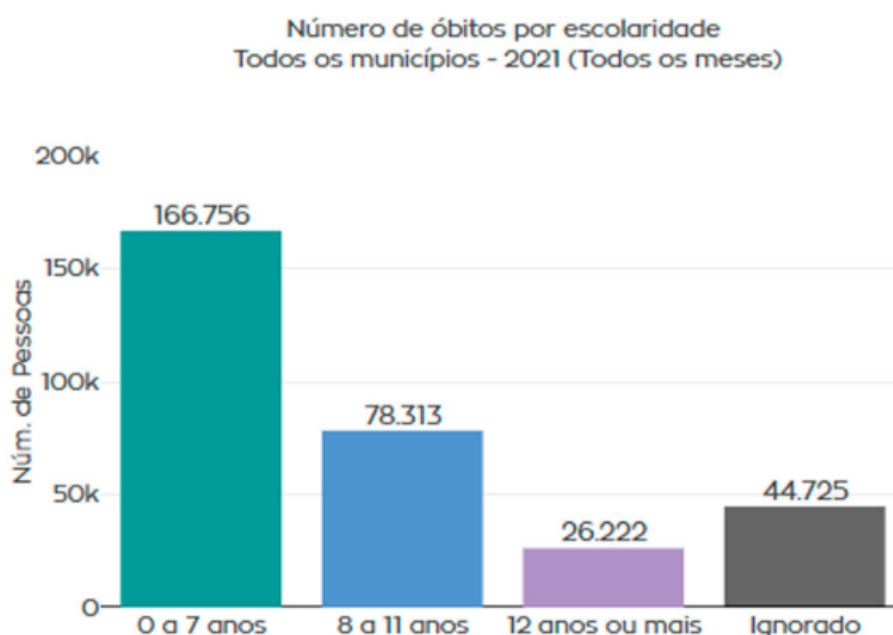
De acordo com a Organização Mundial da Saúde (OMS, 2023), as Doenças Crônicas Não Transmissíveis (DCNT) são responsáveis por aproximadamente 75% das mortes no mundo a cada ano. Essas enfermidades, como diabetes, doenças cardiovasculares e respiratórias crônicas, representam um grave desafio à saúde pública global. O impacto dessas doenças é ainda mais acentuado em países de renda média e baixa, como o Brasil, onde o acesso a serviços de saúde de qualidade e a tecnologias assistivas é muitas vezes limitado. Esse cenário reforça a urgência de

desenvolver soluções acessíveis que contribuam para o controle e o tratamento dessas condições, especialmente entre populações mais vulneráveis.

Embora os dados do Censo Demográfico mais recente apontem uma queda gradual nas taxas de analfabetismo no Brasil, essa realidade ainda persiste para uma parcela significativa da população. Os idosos representam a maioria entre os não alfabetizados, sendo, ao mesmo tempo, o grupo mais afetado pelas DCNT. (CENSO, 2022). Essa sobreposição entre vulnerabilidade educacional e fragilidade em saúde intensifica os desafios enfrentados por esse público, o que exige atenção e até o uso de tecnológicas que considerem tanto a limitação de leitura quanto a necessidade de cuidados médicos contínuos. Com base nesse contexto, é importante e bem vindo o desenvolvimento de dispositivos capazes de aliar simplicidade, autonomia e segurança na administração de medicamentos.

A Figura 2 apresenta a relação entre o número de mortes por DCNT e o nível de escolaridade da população brasileira. Os dados evidenciam que quanto menor o número de anos de estudo, maior é a taxa de mortalidade, reforçando a vulnerabilidade da população com baixa escolaridade frente a essas doenças. (Observatório de Saúde Pública, 2023)

Figura 2 –Número de mortes por DCNT segundo anos de escolaridade no Brasil (2021)



Fonte: Observatório de Saúde Pública.

1.2 OBJETIVO GERAL

Desenvolver um dispensador de medicamentos automatizado voltado para pacientes não alfabetizados, dotado de gaveta sinalizada com led, dispositivo de sinais sonoros e IHM com simbologia simplificada, baseada em cores e formas, com o propósito de facilitar a administração correta dos remédios, promover maior adesão ao tratamento e garantir a autonomia do usuário.

O dispositivo será projetado para liberar a medicação nos horários corretos, permitindo o acesso apenas aos comprimidos prescritos para aquele momento, minimizando riscos de erros. Assim o paciente poderá abrir a gaveta correspondente a qual a interface sinalizará.

A Figura 3, ilustra um modelo conceitual de dispensador automatizado de medicamentos desenvolvido com foco em acessibilidade para pessoas não alfabetizadas. O protótipo simula um sistema com compartimentos sinalizados, botões intuitivos e interface amigável, alinhando-se aos objetivos de promover autonomia e segurança no uso de medicamentos.

Figura 3 – Dispensador conceitual gerado por IA.



Fonte: Os Autores (2024).

Além disso, o sistema contará com um registro do histórico de uso, de modo a facilitar o acompanhamento do tratamento ou mesmo a reajustagem de dosagem e horários, por meio de uma interface acessível e intuitiva. Dessa forma, busca-se proporcionar uma solução eficaz para melhorar a rotina de medicação, assim como melhorar a segurança, a independência e a qualidade de vida dos pacientes.

1.3 OBJETIVO ESPECÍFICO

- Desenvolver uma IHM com interface intuitiva e acessível, baseada em símbolos e cores, que permita aos pacientes não alfabetizados identificarem com facilidade os horários e as doses dos medicamentos.
- Implementar um sistema de alertas sonoros eficaz, que funcione como lembrete no momento adequado para a administração dos medicamentos, de modo a reduzir riscos de esquecimentos.
- Criar (programar) uma IHM de fácil operação, que possibilite ajustes simples de horários, quantidades e tipos de medicação, sem a necessidade de conhecimento técnico para reprogramação.
- Integrar um sistema de registros de dados que documente os horários e dias em que os medicamentos foram administrados, o que permitirá o monitoramento do tratamento por parte de cuidadores e profissionais da saúde.
- Realizar testes práticos em ambientes controlados, com simulações de situações reais de uso, a fim de assegurar que o dispositivo possa ser utilizado com eficácia por pessoas com baixa escolaridade ou nenhuma alfabetização.

1.4 DELIMITAÇÃO

Este projeto tem como escopo o desenvolvimento de um dispositivo automatizado direcionado especificamente a pacientes não alfabetizados ou com dificuldades de leitura.

A proposta visa atender indivíduos que, apesar de apresentarem essa limitação, mantêm autonomia parcial em suas rotinas e realizam a administração de medicamentos em ambiente domiciliar. O foco está em facilitar o cumprimento de tratamentos contínuos, por meio de uma solução simples, funcional e acessível.

Vale destacar que o projeto não contempla adaptações específicas para pessoas com deficiência visual, perdas auditivas severas ou outras condições que demandem suporte mais complexo e especializado. A proposta delimita-se, portanto, ao público cuja principal barreira no tratamento é a dificuldade de compreensão textual, e não outras limitações sensoriais ou cognitivas mais profundas.

A seguir, no item 2 Revisão Bibliográfica, são apresentados os fundamentos teóricos que embasaram o desenvolvimento deste projeto. São abordados temas como os desafios enfrentados por pessoas não alfabetizadas, as tecnologias e técnicas assistivas aplicáveis à área da saúde, além de modelos existentes de dispensadores automatizados, sejam eles comerciais ou experimentais. Também se discute a importância de desenvolver uma interface acessível, especialmente voltada a esse nicho populacional.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

O avanço da tecnologia na área da saúde tem impulsionado o desenvolvimento de dispositivos voltados à melhoria da adesão ao tratamento medicamentoso, especialmente entre populações vulneráveis. Entre essas soluções, os dispensadores automáticos ganham destaque por oferecerem recursos como liberação controlada de medicamentos, sinalização sonora e visual, e registros de uso (CARE, 2023). No entanto, para que essas tecnologias atendam públicos com limitações de leitura, é necessário integrar funcionalidades acessíveis e interfaces adaptadas à realidade

desses usuários.

Este capítulo tem como objetivo apresentar os fundamentos teóricos e práticos que embasam o desenvolvimento do dispensador automatizado de medicamentos voltado para pacientes não alfabetizados. São discutidos os desafios enfrentados por esse público na adesão ao tratamento, o papel das tecnologias assistivas e os modelos de dispensadores já existentes.

Além das abordagens tecnológicas descritas na literatura, também são consideradas soluções práticas e acessíveis observadas no cotidiano, como o uso de envelopes identificados por cores e símbolos (como sol e lua) para indicar os horários de medicação, e copos descartáveis com etiquetas coloridas que auxiliam na separação e administração correta dos remédios. Essas estratégias foram utilizadas no acompanhamento de um familiar de um dos autores, em parceria com os profissionais de saúde responsáveis pelo seu cuidado. Algumas das ideias adotadas foram sugeridas diretamente por esses profissionais, evidenciando a importância da escuta ativa e da construção colaborativa de soluções que, mesmo sem depender de tecnologia avançada, promovem autonomia, segurança e aderência ao tratamento.

2.1 DESAFIOS PARA PESSOAS NÃO ALFABETIZADAS

As barreiras impostas pela falta de alfabetização são profundas e se manifestam em várias áreas no cotidiano, entre elas, a dificuldade de seguir instruções de tratamento médico.

Guimarães (2018) argumenta que a falta de domínio dos códigos da escrita e leitura, característica comum entre adultos não alfabetizados, impacta diretamente a autonomia no gerenciamento da saúde. Essas populações desenvolvem formas alternativas de lidar com suas necessidades, como o uso de estratégias orais e simbólicas (PEREIRA, 2013).

Esses fatores devem ser considerados no desenvolvimento de um dispensador de medicamentos, que deve proporcionar uma interface acessível e intuitiva. Para esse público, elementos visuais como luzes de diferentes cores e sinais sonoros são mais

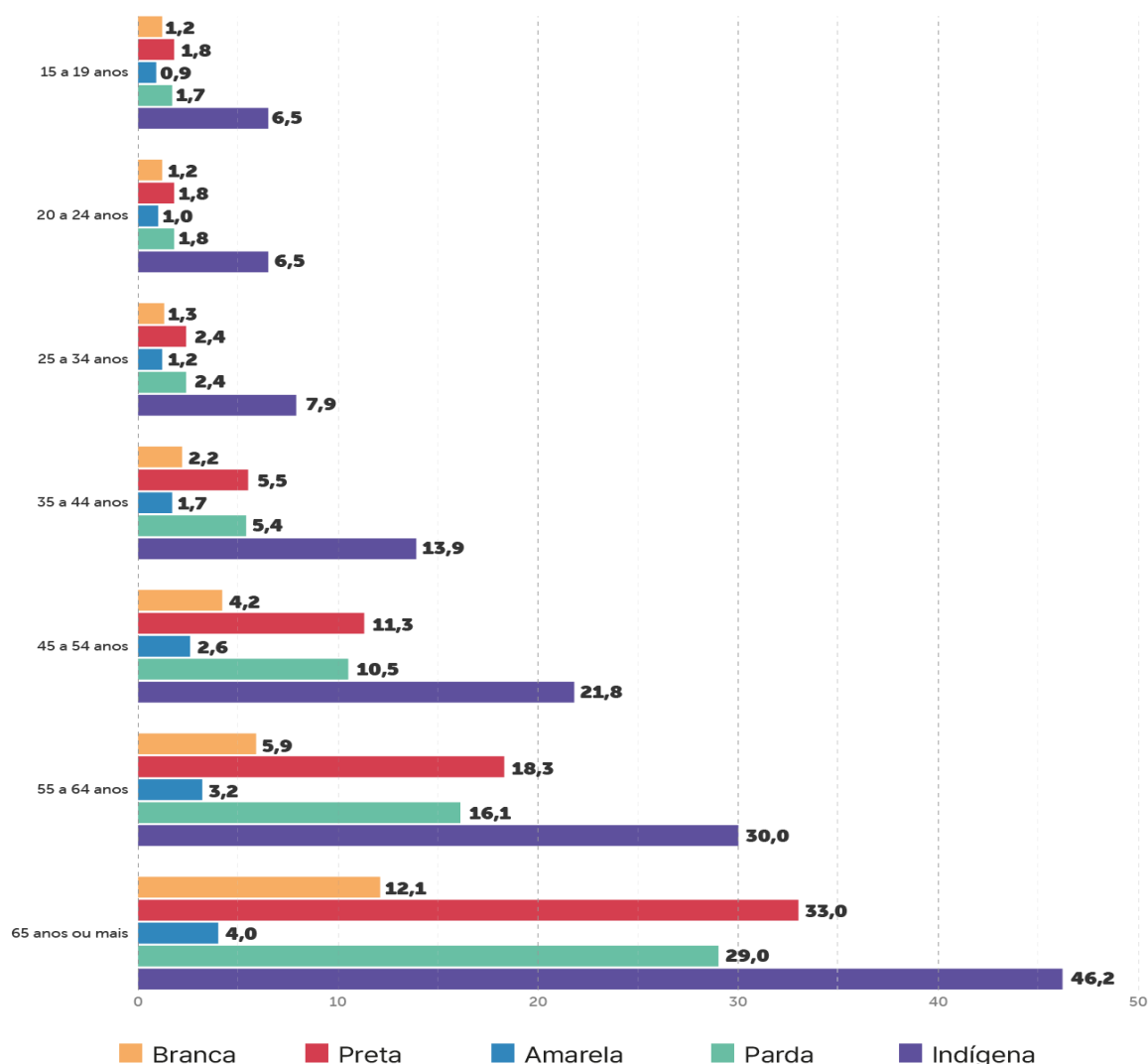
eficazes do que instruções textuais. Sistemas de *feedback* por voz também podem ser explorados. Estas estratégias permitem que o paciente identifique corretamente a medicação e o horário, sem a necessidade de leitura (MOREIRA e FLÔR, 2018; RUIZ, 2020).

Os dados do Censo 2022 revelam que o analfabetismo ainda é expressivo no Brasil, especialmente em municípios de pequeno porte. A Figura 4 ilustra essa distribuição por faixa etária e tamanho da população. (IBGE, [s.d.]).

Figura 4 – Taxa de analfabetismo no Brasil de pessoas com 15 anos ou mais.

Taxa de analfabetismo das pessoas de 15 anos ou mais, no Brasil (%)

Por cor ou raça e grupos de idade, em 2022



Fonte: Censo Demográfico 2022: Educação - Primeiros Resultados do Universo

IBGE educa IBGE

Fonte: IBGE. Educa IBGE – Alfabetização. [s.d.]. Acesso em: 15 maio 2025

2.2 USO DE TECNOLOGIAS ACESSÍVEIS

O uso de tecnologias de prototipagem, como o Arduino e o Raspberry Pi, permite a criação de soluções personalizadas a baixo custo, fundamentais para projetos em países em desenvolvimento.

O trabalho de Moreira e Flôr (2018) destaca a importância de utilizar componentes eletrônicos de fácil aquisição, como led e alarmes, para criar dispositivos que não só atendam aos requisitos técnicos, mas que também sejam simples o suficiente para serem operados por pessoas com pouca familiaridade com tecnologia.

Ruiz (2020) reforça essa perspectiva, ao apresentar um protótipo modular e com peças impressas em 3D, o que otimizou o custo-benefício do dispositivo e possibilitou a sua replicação em diferentes contextos. Essas abordagens tornam viável a criação de soluções tecnológicas eficientes e acessíveis, especialmente voltadas a populações em situação de vulnerabilidade social.

Figura 5 – Componentes de baixo custo utilizado em automações.



Fonte: Os autores

2.3 AVALIAÇÃO DE TÉCNICAS PARA A ADESÃO MEDICAMENTOSA

Diversas alternativas tecnológicas, tanto comerciais quanto não comerciais, têm sido desenvolvidas com o objetivo de auxiliar pacientes na adesão ao tratamento medicamentoso. Esses dispositivos visam reduzir esquecimentos, evitar erros de dosagem e promover maior autonomia, especialmente em regimes complexos de medicação. As variedades de soluções disponíveis incluem desde aplicativos móveis e caixas organizadoras até dispensadores automatizados com alarme, inteligência artificial e conectividade remota. Este capítulo apresenta e analisa algumas dessas soluções, com destaque ao funcionamento, limitações e compatibilidade com o público-alvo deste trabalho.

O Pivotell Mk3, mostrado na Figura 6, é um dispensador automático de medicamentos desenvolvido no Reino Unido e disponibilizado comercialmente desde 2010. Foi um dos primeiros dispositivos a ganhar destaque em ambientes domiciliares e institucionais, especialmente voltados ao cuidado de idosos e pacientes com dificuldades cognitivas. Seu objetivo é auxiliar na regularidade da tomada de medicamentos, reduzindo esquecimentos e aumentando a segurança no uso de poli fármacos. É amplamente utilizado em programas de atenção domiciliar e cuidados de longo prazo na Europa (PIVOTELL, 2010).

Figura 6 – Dispensador Pivotel MK3



Fonte: PIVOTELL.

O funcionamento do dispositivo é baseado em um tambor interno rotativo com 28 compartimentos, cada compartimento é programado para liberar medicamentos em horários pré-definidos. Ao chegar o momento programado, o compartimento correto gira para a posição de acesso e emite um alerta sonoro e visual. Caso a dose não seja tomada, é possível configurar o envio de notificações a cuidadores, desde que o aparelho esteja integrado a acessórios adicionais (PIVOTELL, 2010).

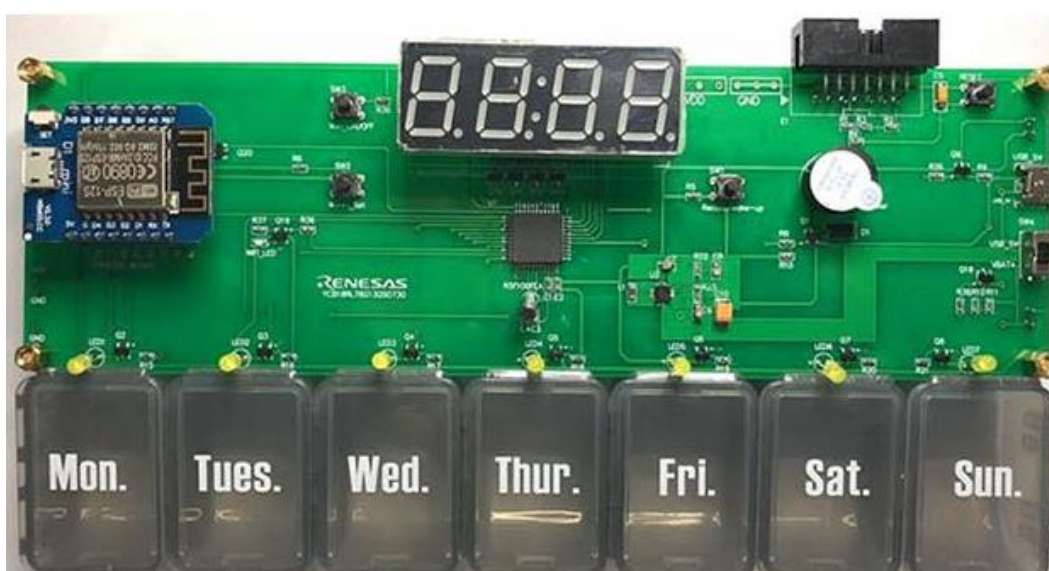
O Pivotell não depende de conexão com internet ou aplicativos móveis, mas exige a organização prévia dos medicamentos em seus compartimentos — processo que geralmente envolve farmacêuticos (na preparação), médicos (na prescrição adequada), profissionais de enfermagem (no acompanhamento e instrução ao paciente) e, por fim, a cooperação ativa do próprio paciente ou cuidador (PIVOTELL, 2010).

Comparado ao protótipo desenvolvido neste trabalho, o Pivotell Mk3 apresenta uma solução robusta para adesão medicamentosa, mas também limitações significativas. A exigência de retirada dos medicamentos de suas embalagens originais (ANVISA, 2009), a necessidade de leitura e a dependência de uma estrutura profissional para seu funcionamento limitam seu uso autônomo por pessoas não alfabetizadas.

O protótipo proposto neste projeto busca minimizar essas barreiras, mantendo os medicamentos em suas embalagens, utilizando apenas LEDs e alarmes sonoros simples para guiar o paciente, promovendo a autonomia mesmo em contextos de baixa escolaridade.

A Smart Medicine Box (Figura 7) é um protótipo desenvolvido pela Renesas Electronics Corporation, no Japão, como referência tecnológica para demonstrar o uso de microcontroladores de baixo consumo em aplicações voltadas à área da saúde. O projeto tem como foco a construção de uma caixa de medicamentos inteligente, programável, com conectividade e alertas visuais e sonoros, a fim de apoiar a adesão ao tratamento em pacientes com regimes terapêuticos contínuos (RENESAS, 2020). Por não ser um produto comercial, mas sim um modelo aberto para desenvolvedores, seu propósito principal é educacional e técnico.

Figura 7 – Dispensador Smart Medice Box



Fonte: RENESAS ELECTRONICS CORPORATION 2025.

O dispositivo foi construído com um microcontrolador da linha RL78, módulo Bluetooth, visor LCD e botoeiras para programação local. Ele inclui sete compartimentos identificados pelos dias da semana (de segunda a domingo) e permite configurar horários para disparo de alarme visual e sonoro (RENESAS, 2020). A programação pode ser feita diretamente ou via smartphone, e a caixa registra localmente os horários de abertura, permitindo controle e ajuste. Embora o conceito seja funcional, o sistema requer montagem técnica, conhecimento em eletrônica e programação, além de cuidados com a inserção dos medicamentos.

Em comparação com o protótipo proposto neste trabalho, a Smart Medicine Box apresenta nível mais elevado de complexidade eletrônica, mas baixa acessibilidade prática para o público-alvo. O uso de botões, visor com texto e necessidade de smartphone ou programação dificultam sua aplicação entre pessoas não alfabetizadas.

O Hero (Figura 8) é um dispensador automático de medicamentos desenvolvido nos Estados Unidos e lançado comercialmente em 2016 pela empresa Hero Health. Voltado para uso domiciliar, o equipamento tem como objetivo principal facilitar a organização e o consumo correto de múltiplos medicamentos em pacientes com regimes complexos, como idosos e pessoas com doenças crônicas. O sistema ganhou popularidade por unir automação, conectividade e praticidade, sendo amplamente divulgado em campanhas de marketing voltadas a cuidadores familiares e clínicas geriátricas (HERO HEALTH, 2024).

Figura 8 – Dispensador Automático Hero



Fonte: HERO HEALTH, 2024

O dispositivo armazena até 10 tipos de medicamentos diferentes, e é capaz de reconhecer cada cápsula, organizar os horários de uso e dispensar automaticamente as doses no momento certo. Além de emitir alertas visuais e sonoros, o Hero é integrado a um aplicativo para *smartphone*, o qual permite configurar horários, receber

notificações sobre falhas de uso e acessar relatórios de adesão. O sistema também possibilita que familiares e cuidadores monitorem remotamente o comportamento do paciente. O modelo é disponibilizado por meio de assinatura, com custo inicial de aproximadamente US\$ 99 e mensalidade de US\$ 29,99 (HERO HEALTH, 2024).

Comparado ao protótipo desenvolvido neste trabalho, o Hero apresenta vantagens significativas em automação e conectividade, porém seu uso exige familiaridade com dispositivos móveis e leitura em inglês, além de depender de conexão com a internet. A retirada dos medicamentos de suas embalagens originais e a necessidade de cadastro por meio do aplicativo também representam obstáculos para populações vulneráveis.

Moreira e Flôr (2018) propuseram um protótipo de dispensador automatizado de medicamentos com foco em acessibilidade, organização e baixo custo. O trabalho foi publicado na Revista Mundi e direcionado ao atendimento de idosos em tratamento contínuo, especialmente aqueles poli medicados. O projeto teve como principal motivação a redução de esquecimentos e erros de dosagem por meio de um sistema de alerta visual e sonoro, utilizando componentes simples da plataforma Arduino. Embora não tenha fins comerciais, o protótipo representa uma iniciativa nacional relevante no contexto acadêmico de desenvolvimento de tecnologias assistivas. O protótipo desenvolvido por Moreira e Flôr, é mostrado na Figura 9.

Figura 9 – Dispensador de Medicamentos Automatizado



Fonte: Moreira e Flôr (2018)

O dispositivo foi construído com uma estrutura física que comporta compartimentos de armazenamento, LEDs para sinalização, um display LCD e um sinal sonoro. Os alarmes são programados em horários fixos para emitir sinais de aviso ao paciente, sinalizando o momento da tomada da medicação. A lógica de controle é realizada por um microcontrolador Arduino, que ativa o alarme conforme o agendamento previamente definido. A proposta também inclui botões para configurar os horários, exigindo alguma interação manual durante a fase de inicialização. Embora funcional, o protótipo ainda requer apoio para o abastecimento e operação (MOREIRA E FLOR 2018).

Em relação ao protótipo desenvolvido neste trabalho, a proposta de Moreira e Flôr oferece soluções viáveis com tecnologia de fácil acesso, mas ainda mantém dependências que limitam sua aplicação em públicos com baixa escolaridade. O uso de display com informações escritas, botões para configuração e ausência de indicação por compartimentos visuais pode gerar confusão em usuários não alfabetizados.

O Pillo é um dispositivo desenvolvido no Canadá em 2018 pela empresa Pillo Health, voltado ao gerenciamento automatizado de medicamentos e ao monitoramento da saúde domiciliar. Diferente de simples dispensadores, o Pillo foi concebido como um assistente inteligente, integrando funções de reconhecimento facial, comando de voz e conectividade com aplicativos móveis. O dispositivo tem como público-alvo pessoas com regimes terapêuticos múltiplos, familiares que cuidam de idosos e instituições de saúde que desejam acompanhamento remoto dos pacientes (PILLO HEALTH, 2018). O equipamento Pillo é mostrado na Figura 10.

Figura 10 – Dispositivo Pillo

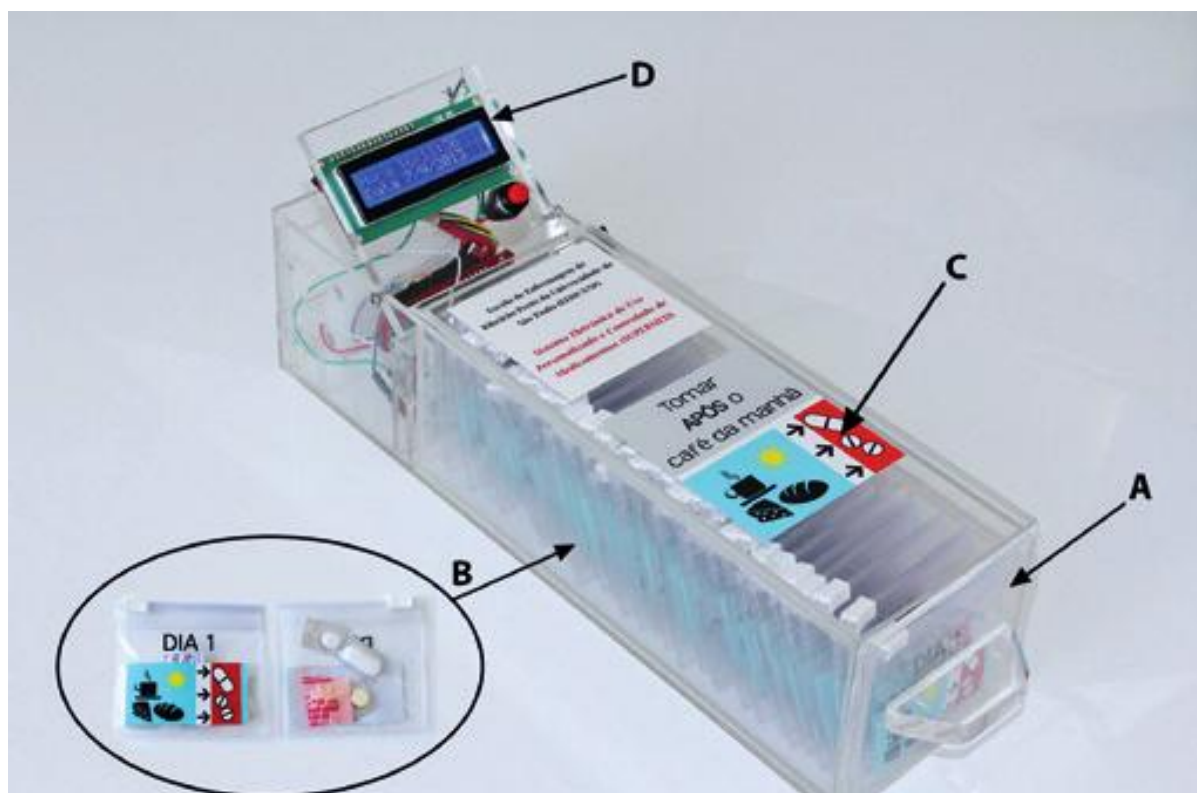


Fonte: Pillo Health (2018)

O aparelho possui capacidade para armazenar diversos medicamentos e identificá-los por programação interna. Por meio de uma interface de voz, o usuário pode receber lembretes, instruções e até mesmo fazer perguntas sobre sua rotina de saúde. A tecnologia de reconhecimento facial garante que os medicamentos sejam liberados apenas para a pessoa cadastrada, e o aplicativo vinculado ao dispositivo permite que cuidadores monitorem o histórico de adesão, alertas de falha e agendamento de reposição. O Pillo também pode ser integrado com dispositivos de medição como medidores de pressão ou glicemia para formar um ecossistema de cuidados. Seu custo de mercado, porém, é elevado, com preços estimados entre US\$ 500 e US\$ 900, além de taxas para serviços complementares (PILLO HEALTH, 2018).

Em comparação com o protótipo proposto neste trabalho, o Pillo apresenta uma proposta tecnológica sofisticada, mas restrita a usuários com acesso a internet, familiaridade com comandos de voz e reconhecimento facial, além de leitura básica em inglês. Já o protótipo deste projeto tem como diferencial a simplicidade de operação, o uso de sinais visuais e sonoros básicos, e o respeito à embalagem original dos medicamentos.

O Supermed (Figura 11) é um dispositivo eletrônico desenvolvido no Brasil para auxiliar na adesão ao tratamento medicamentoso, com foco principal em pacientes idosos e/ou com dificuldades cognitivas. Avaliado por Vieira et al. (2021) em estudo clínico com 32 participantes, o equipamento demonstrou impacto positivo na adesão: no início, 81,2% dos participantes foram classificados como pouco aderentes; após o uso do dispositivo, esse número caiu para apenas 3,1%, com 96,9% dos usuários sendo considerados altamente aderentes. O estudo evidencia que tecnologias simples, quando bem planejadas, podem ter grande impacto no comportamento do paciente (VIEIRA et al., 2021).

Figura 11 – Dispositivo Supermed

Fonte: Vieira et al. (2021)

O Supermed consiste em um compartimento eletrônico que emite alarmes sonoros nos horários programados, e libera um sachê com medicamentos previamente organizados por um cuidador ou profissional. Esses sachês são etiquetados com símbolos e cores por exemplo, cores claras para uso diurno e escuras para noturno facilitando o reconhecimento visual, especialmente para pacientes não familiarizados com a leitura. O sistema é simples, leve e pode ser carregado em ambientes domiciliares. No entanto, depende da atuação de terceiros para montagem das doses, sendo necessário que um profissional alfabetizado organize os medicamentos de forma segura e precisa (VIEIRA et al., 2021).

Em comparação ao protótipo apresentado neste trabalho, o Supermed compartilha o princípio da simplicidade e da sinalização sensorial, mas ainda exige uma etapa anterior de rotulagem e preparação feita por alguém capacitado, um fator positivo é que assim como o protótipo proposto neste estudo mantém os medicamentos em sua embalagem original.

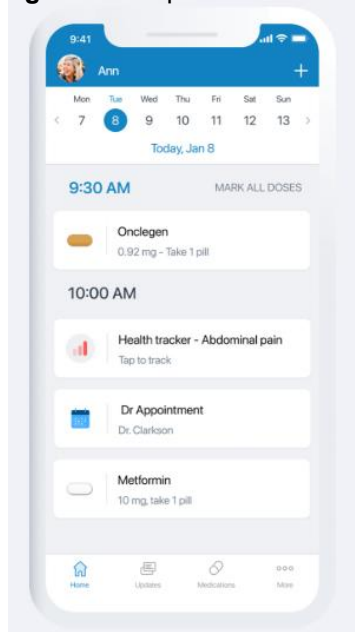
2.3.1 APLICATIVOS MÓVEIS

Com o avanço das tecnologias móveis, diversas soluções digitais foram desenvolvidas com o objetivo de melhorar a adesão ao tratamento medicamentoso. Aplicativos instalados em *smartphones*, com alertas, relatórios e integração com profissionais de saúde, têm sido cada vez mais adotados por pacientes em tratamento contínuo. Embora essas ferramentas não dispensem fisicamente os medicamentos, sua função de lembrete e controle de rotina pode ser decisiva para garantir que as doses sejam tomadas corretamente.

Um dos aplicativos mais amplamente utilizados é o Medisafe, desenvolvido nos Estados Unidos e presente em plataformas Android e iOS. O Medisafe oferece alarmes visuais e sonoros, gráficos de adesão, alertas sobre doses esquecidas, e possibilidade de compartilhamento de dados com cuidadores ou médicos (MEDISAFE, 2018).

A interface é amigável, e permite incluir imagens dos medicamentos e instruções personalizadas. Apesar disso, o uso eficaz do aplicativo exige habilidades básicas de leitura, organização e domínio do *smartphone* barreiras ainda presentes em parte da população brasileira, especialmente entre os mais idosos e não alfabetizados. A Figura 12 ilustra a interface do Medisafe.

Figura 12 – Aplicativo Medisafe



Fonte: MEDISAFE

Guedes et al. (2023) realizaram uma revisão integrativa com foco na eficácia de aplicativos móveis aplicados à saúde mental. A pesquisa analisou 10 estudos que avaliaram o uso de apps entre pacientes com transtornos como esquizofrenia, TDAH e dependência química. Em todos os casos, os aplicativos mostraram impacto positivo na adesão ao tratamento. A principal vantagem observada foi a presença constante do aparelho com o paciente, somada à possibilidade de reforço de comportamento, registros automáticos e feedback em tempo real. No entanto, os autores alertam para o risco de exclusão digital de grupos mais vulneráveis, com menor escolaridade ou sem acesso à internet (GUEDES et al., 2023).

Ambos os estudos indicam que aplicativos móveis representam ferramentas úteis e promissoras, mas com limitações importantes para o público-alvo deste trabalho. Pessoas não alfabetizadas, com baixa familiaridade tecnológica ou sem acesso a smartphones podem ter dificuldade em utilizar esses recursos com independência. Tais soluções digitais cumprem um papel complementar e relevante, especialmente em contextos urbanos e conectados.

A proposta desenvolvida neste trabalho visa atingir o público que essas tecnologias ainda não conseguem alcançar: pacientes não alfabetizados, com acesso limitado à tecnologia, que necessitam de um sistema simples, direto e funcional, baseado em sinais visuais e sonoros, sem dependência de aplicativos ou leitura.

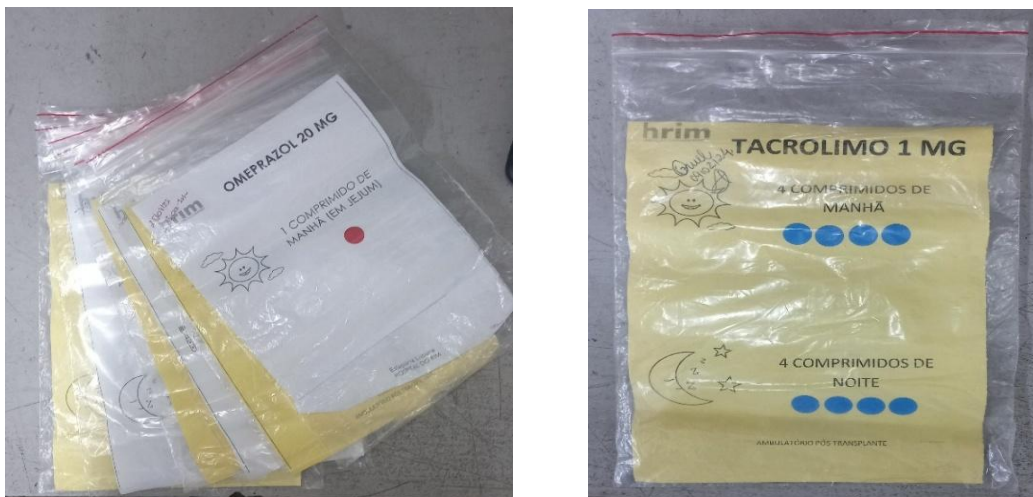
2.4 ESTUDO DE CASO: SOLUÇÕES NÃO TECNOLÓGICAS

Durante o desenvolvimento deste projeto, os autores tiveram contato direto com a realidade de um paciente não alfabetizado que realiza tratamento medicamentoso contínuo. A vivência prática revelou soluções simples, acessíveis e eficazes na promoção da organização e da adesão ao tratamento, mesmo na ausência de recursos tecnológicos.

A Figura 13 mostra um recurso empregado para facilitar o uso dos medicamentos por pessoas com as dificuldades em questão. Trata-se de sacos plásticos com símbolos gráficos como o sol e a lua, que indicam visualmente os

horários de administração dos medicamentos. A quantidade de comprimidos é representada por círculos coloridos. A interface gráfica substitui a leitura textual.

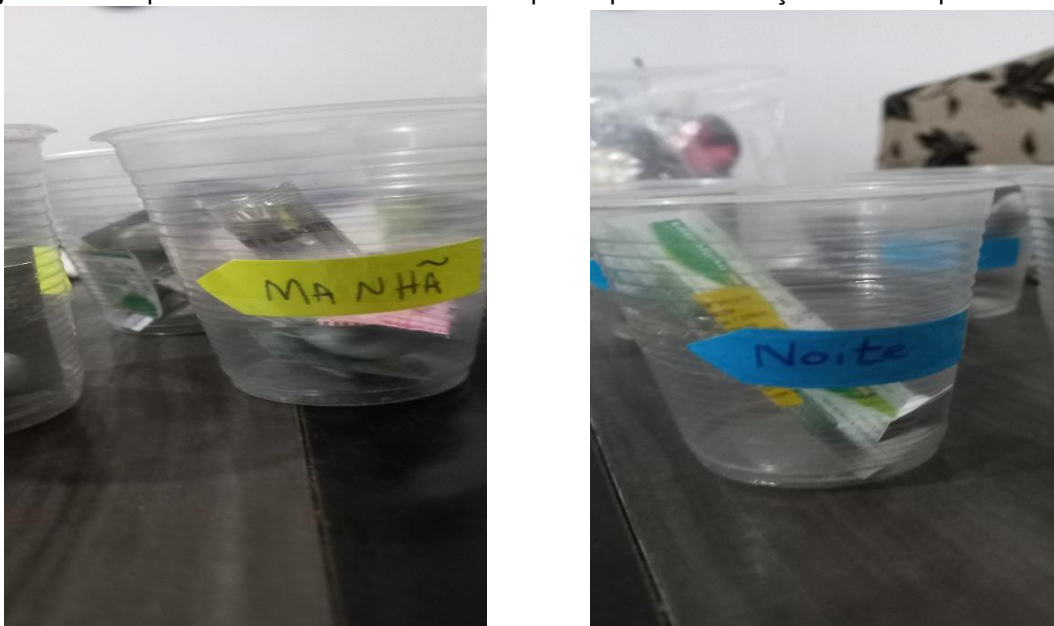
Figura 13 – Sacos plásticos para separação de medicamentos



Fonte: Os autores

Outra estratégia, inclusive adotada por um dos autores, consiste no uso de copos plásticos descartáveis com etiquetas adesivas coloridas (Figura 14), utilizadas para indicar os períodos do dia em que os medicamentos devem ser administrados. As etiquetas em cores claras representam os horários diurnos, enquanto as cores escuras são usadas para os períodos noturnos. Essa diferenciação cromática facilita a associação visual com o momento do dia, e permite que o paciente, mesmo sem saber ler, identifique corretamente o copo referente à dose daquele período.

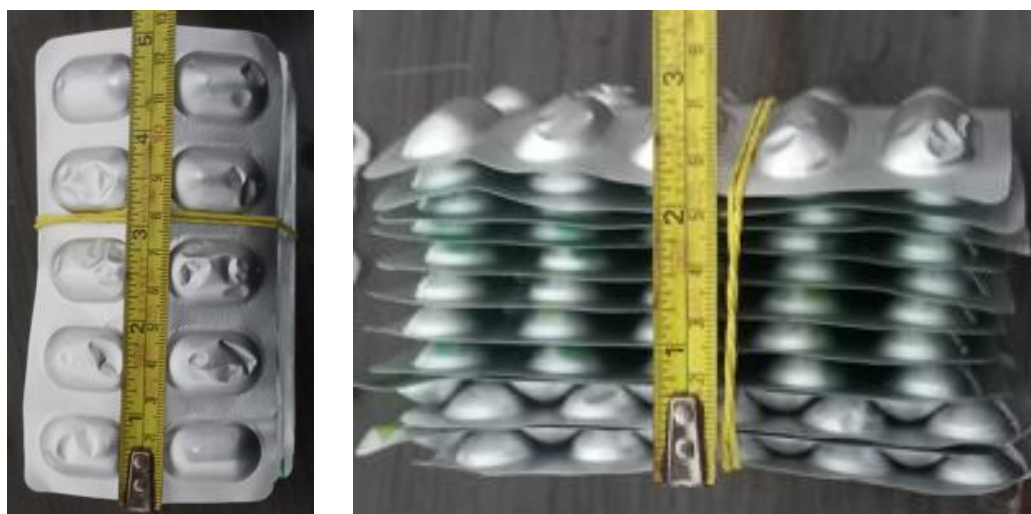
Figura 14 – Copos com medicamentos com etiquetas para identificação visual do período diurno.



Fonte: Os autores

Apesar de funcionais, essas estratégias apresentam algumas limitações práticas. Em determinados casos, a capacidade física dos envelopes é insuficiente para comportar todos os medicamentos retirados para o período, quando o medicamento acaba o paciente sem auxílio de alguém que saiba ler não consegue repor os medicamentos. A Figura 15 mostra as dimensões aproximadas dos medicamentos mais comuns.

Figura 15 – Dimensões de medicamentos



Fonte: Os autores

Diante disso, uma sugestão observada e debatida entre os autores envolvidos é a adoção de um sistema de numeração nos medicamentos e em seus respectivos compartimentos ou envelopes. Nesse modelo, cada medicamento é identificado com um número visível, de modo a facilitar sua associação com os horários e as doses indicadas.

Para que funcione, é necessário que o farmacêutico ao realizar a dispensação, identifique os medicamentos com os mesmos números presentes nas gavetas ou saquinhos utilizados pelo paciente, o que facilita a reposição e evita o risco de ingestão incorreta de doses ou de medicamentos trocados. Essa estratégia reduz a dependência da leitura, organiza visualmente o tratamento e reforça a autonomia do paciente durante sua rotina de medicação.

Essa proposta evidencia a importância da interdisciplinaridade entre os campos da farmácia e da enfermagem, onde o trabalho conjunto na organização visual, contribui diretamente para a segurança e eficiência da terapêutica. As práticas

descritas são simples e baseadas na realidade de usuários do SUS. Tais práticas já comuns, inspiraram diretamente o desenvolvimento deste projeto, que busca replicar e ampliar os benefícios dessas abordagens com o suporte de tecnologias acessíveis.

As técnicas e dispositivos apresentados nesta revisão serviram de base para a concepção do protótipo desenvolvido neste trabalho. A seguir, no capítulo 3 Desenvolvimento, são descritos os componentes, etapas de construção e a lógica de funcionamento do sistema proposto.

3. DESENVOLVIMENTO

Este capítulo apresenta as etapas práticas adotadas no desenvolvimento do dispensador automatizado de medicamentos, desde a escolha do tipo de pesquisa até a construção do protótipo funcional. São detalhados os procedimentos de testes iniciais, montagem dos componentes, programação do sistema e estratégias de validação, sempre com foco na acessibilidade e na eficácia do dispositivo para pacientes não alfabetizados.

A concepção do sistema foi guiada por princípios da pesquisa aplicada, conforme definidos por Gil (2002), onde é priorizada a resolução de um problema concreto com base em conhecimento técnico-científico. Mais do que uma solução de automação, o protótipo representa uma proposta de inclusão e autonomia, com emprego de recursos tecnológicos acessíveis como o ESP32, sensores e interface web local.

A opção por manter os medicamentos em suas embalagens originais e usar sinais visuais e sonoros reforça o compromisso com a segurança do paciente e a efetividade do tratamento, especialmente entre indivíduos não alfabetizados ou em contextos de baixa escolaridade. Trata-se, portanto, de uma aplicação prática da tecnologia com foco na equidade em saúde.

3.1 PLANEJAMENTO E PESQUISA

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, com abordagem qualitativa, tecnológica e experimental. A pesquisa aplicada visa desenvolver uma solução prática e funcional para um problema concreto da sociedade: a dificuldade de pacientes não alfabetizados em administrar corretamente seus medicamentos. A abordagem qualitativa permite compreender as limitações enfrentadas por esse público, enquanto a dimensão experimental possibilita projetar, construir e testar um protótipo automatizado que atenda a essas necessidades.

A escolha do tema foi motivada por uma experiência real vivida por um dos integrantes do grupo, que acompanhou de perto as dificuldades enfrentadas por um

familiar não alfabetizado durante o tratamento medicamentoso. Essa vivência reforçou a urgência de se criar uma solução acessível, intuitiva e segura para garantir a adesão ao tratamento e a autonomia do paciente.

Antes da construção do protótipo, foi realizada uma pesquisa de mercado detalhada com base em dispositivos já existentes, conforme apresentado no capítulo Introdução e no capítulo Revisão Bibliográfica.

Embora existam dispensadores automatizados no mercado nacional e internacional, nenhum deles foi projetado especificamente para pessoas não alfabetizadas e a maioria exige a remoção dos medicamentos de suas embalagens originais. Esses fatores comprovam a inexistência de um dispositivo com as características aqui propostas, o que justifica e reforça a originalidade e importância do projeto desenvolvido.

3.2 ETAPAS DO PROJETO

O desenvolvimento do projeto foi organizado em etapas sequenciais que permitiram desde a análise do problema até a validação do protótipo funcional. A seguir, são descritas as principais fases:

a) Levantamento bibliográfico e pesquisa de mercado:

Inicialmente, foi realizada uma revisão de literatura com foco em alfabetização, acessibilidade, promoção da saúde e automação na área da saúde. Paralelamente, foi realizada uma pesquisa de mercado, na qual foram analisados dispositivos nacionais e internacionais com funções semelhantes às da proposta deste trabalho. O levantamento bibliográfico constatou que, embora existam dispensadores automatizados, nenhum deles atende de forma adequada às necessidades de pessoas não alfabetizadas, nem preserva os medicamentos em suas embalagens originais — o que reforçou a ideia da proposta de uma nova solução.

b) Definição dos requisitos do sistema:

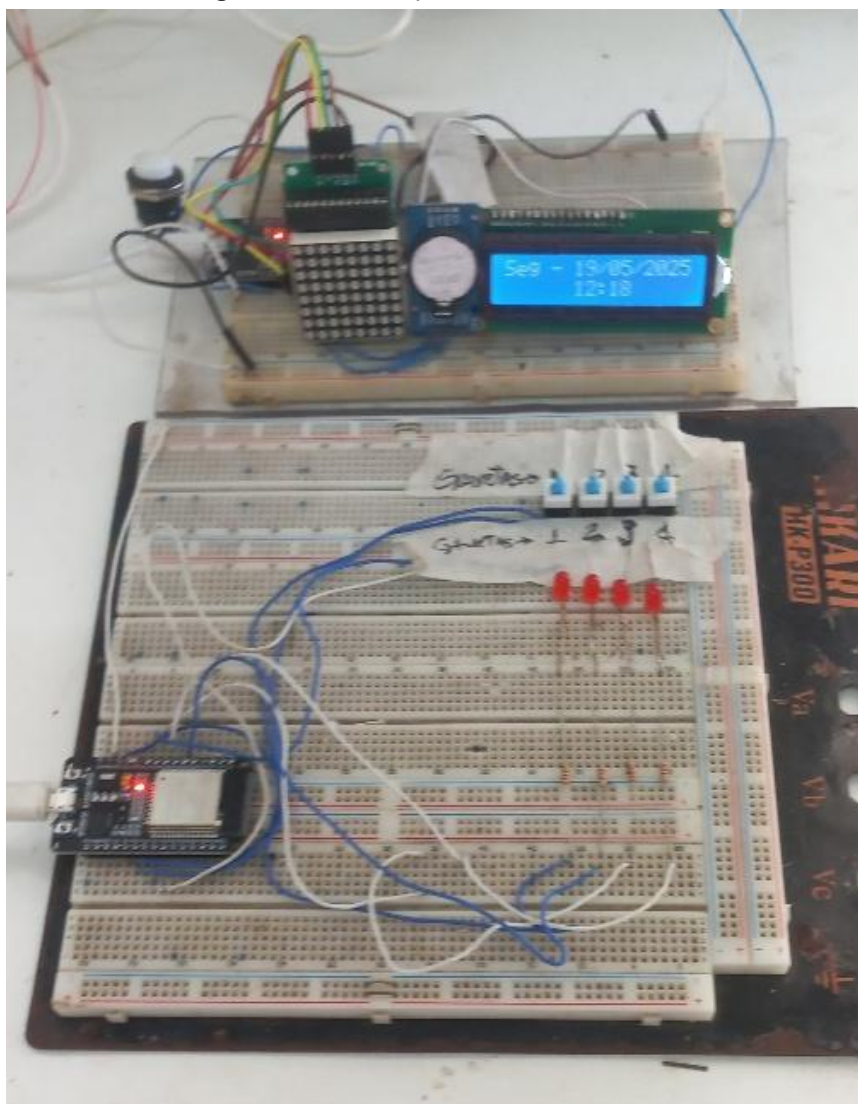
Com base nos dados coletados, foram estabelecidos os requisitos técnicos e funcionais do dispositivo. Entre os critérios prioritários, destacam-se: acessibilidade

sem necessidade de leitura, manutenção dos medicamentos em suas embalagens originais, alerta sonoro e visual para orientação do usuário, além de uma interface simples para configuração por cuidadores.

c) Testes preliminares na matriz de pontos:

Antes da montagem final do dispositivo, os componentes eletrônicos foram testados individualmente e em conjunto na uma matriz de pontos (Figura 16). Essa etapa foi essencial para validar o funcionamento dos circuitos, das conexões físicas e da lógica de programação, permitindo ajustes rápidos e seguros sem danificar os elementos principais. Os testes iniciais incluíram o RTC DS3231, led, dispositivo sonoro, *display* LCD e comunicação com sensores de gaveta.

Figura 16 – Protótipo montado em Protoboard.



Fonte: Os autores

d) Desenvolvimento do protótipo:

Após a validação na matriz de pontos, foi iniciada a montagem física do protótipo (Figura 17). A estrutura foi confeccionada em MDF (madeira industrializada), com acabamento funcional e compartimentos independentes para o armazenamento dos medicamentos, seguindo as dimensões propostas na Figura 15 deste trabalho. Cada gaveta recebeu ainda um LED indicador, posicionado de forma visível na parte frontal e acionado automaticamente pelo ESP32 secundário conforme o horário programado. Esse mesmo módulo também é responsável pelo controle de abertura e fechamento das gavetas.

Figura 17 – Protótipo fabricado em MDF.



Fonte: Os autores

Na parte superior do dispositivo, foram instalados os principais módulos de controle: a matriz de led 8x8, responsável por exibir a quantidade de comprimidos a ser administrada; um botão de controle; um *display* LCD 20x4 para exibição de hora

e data em tempo real; um *buzzer* ativo, utilizado para emissão dos alertas sonoros; e o módulo RTC DS3231, responsável por manter o horário atualizado e armazenar, em memória EEPROM, os dados do sistema.

Esses componentes integram o ESP32 Principal, responsável por armazenar as configurações, gerenciar os alarmes e coordenar a comunicação com o módulo secundário para acionamento das gavetas. Além disso, o sistema foi projetado para ser escalável: o ESP principal pode se comunicar com múltiplos módulos ESP32 secundários, o que permite a expansão da quantidade de gavetas conforme a necessidade do usuário.

Vale ressaltar que, embora os dois módulos estejam integrados em uma única estrutura física neste protótipo, a comunicação entre eles é realizada via Wi-Fi local, o que possibilita sua separação física em futuras versões, sem comprometer o funcionamento do sistema. A Figura 18 mostra os dois módulos ESP-32, primário e secundário.

Figura 18 – ESP 32 à esquerda ESP Secundário e à direita ESP Principal.



Fonte: Os autores

3.3 FERRAMENTAS E MATERIAIS UTILIZADOS

Esta seção apresenta os recursos planejados para a construção do dispensador automatizado de medicamentos, organizados em sub tópicos para melhor clareza. São descritos a estrutura física prevista, os componentes eletrônicos selecionados, o sistema de alimentação, os protocolos de comunicação entre os ESP32, a interface web de configuração, além de um fluxograma representando o funcionamento do sistema. É também demonstrada uma análise da viabilidade técnica e econômica do projeto.

3.3.1 ESTRUTURA FÍSICA

A estrutura física do dispensador é composta por um módulo principal com quatro compartimentos independentes, destinados ao armazenamento de medicamentos em suas embalagens originais, como blísteres ou caixas. Essa escolha segue orientações amplamente presentes em bulas e documentos técnicos, assegurando a preservação, rastreabilidade e integridade dos medicamentos até o momento da administração.

O corpo do equipamento foi confeccionado em MDF de 8 mm, por ser um material acessível, resistente, de fácil manuseio. A definição final de materiais também considera alternativas como acrílico ou PLA, a depender da disponibilidade e do acabamento desejado. O design é compacto, com boa ergonomia e fácil integração ao ambiente doméstico.

Cada compartimento é sinalizado com leds individuais e alertas sonoros, acionados automaticamente pelo sistema de controle no horário programado para cada dose. As gavetas são numeradas ou identificadas por símbolos visuais simples, de modo a facilitar o uso por pessoas não alfabetizadas.

Na parte frontal do dispensador, foi incorporado um *display* LCD 20x4, para a IHM, cuja função é exibir continuamente a hora e a data atual, funcionando como um relógio digital embutido. Além de reforçar o momento da medicação, o *display* confere um aspecto moderno e informativo ao dispositivo e integrado ao ambiente do paciente.

Toda a programação do sistema, incluindo horários, doses e identificação do paciente, foi realizada por meio de uma interface web acessível por navegador, hospedada localmente no próprio ESP-32 principal.

3.3.2 COMPONENTES ELETRÔNICOS

A escolha dos componentes eletrônicos foi baseada na compatibilidade com os objetivos do projeto, na simplicidade de integração e no custo-benefício. A tabela 3 apresenta os principais itens eletrônicos planejados para a construção do dispensador, acompanhados de suas respectivas funções:

Tabela 3 – Lista de componentes eletrônicos

Componente e Quantidades	Função no sistema
ESP32 (2X)	Micro controlador principal, responsável por processar os dados e controlar o sistema.
<i>Display</i> LCD 20x4 (I2C)	IHM - Exibe hora e data em tempo real; funciona como um relógio digital embutido.
Módulo RTC DS3231	Mantém a hora precisa mesmo sem alimentação elétrica. Também armazena dados na EEPROM integrada.
<i>Buzzer</i> piezoelétrico	Emite alerta sonoro no horário da medicação.
Matriz de led 8x8 (MAX7219)	Exibe visualmente a quantidade de doses por gaveta, usando números ou símbolos.
leds indicadores (x4)	Sinalizam qual gaveta deve ser aberta no momento da medicação.
Sensores de gaveta (x4)	Detectam abertura/fechamento e ajudam a registrar o uso da medicação.

Fonte: Os autores

Todos os componentes selecionados são amplamente utilizados em projetos de automação, com ampla documentação e disponibilidade no mercado nacional. A

combinação desses itens permite construir um sistema funcional, acessível e adaptado às limitações do público-alvo.

3.3.3 FONTE DE ALIMENTAÇÃO

O sistema desenvolvido pode ser alimentado de duas formas: utilizando uma fonte chaveada acoplada internamente ao dispensador ou por meio de um *power bank*, o que permite portabilidade e autonomia em casos de ausência de rede elétrica. O sistema de alimentação é mostrado na Figura 19.

Figura 19 – Power Bank instalado e fonte de alimentação 5V.



Fonte: Os autores

A fonte chaveada foi posicionada na parte inferior da estrutura de MDF e fornece os níveis de tensão necessários para os módulos conectados, como os ESP32, sensores e *buzzer*. Em paralelo, também foi testado o uso de um *power bank* portátil, acoplado de forma segura à estrutura, capaz de fornecer energia por várias horas, garantindo a operação do sistema em locais com acesso elétrico limitado.

3.3.4 COMUNICAÇÃO ENTRE MÓDULOS ESP's

A comunicação entre os módulos do sistema é realizada por meio de uma rede Wi-Fi local, criada exclusivamente pelo próprio dispositivo, sem necessidade de conexão com a internet. O projeto utiliza dois microcontroladores ESP32: um configurado como AP o módulo principal, outro como STA, que se conecta diretamente ao AP para executar comandos de controle.

O módulo principal ESP32 AP gerencia o RTC, os horários programados e a lógica de alarme. Quando um horário de medicação é identificado, ele envia comandos via rede local ao ESP32 STA, que por sua vez ativa os LEDs indicadores da gaveta correspondente e monitora os sensores de abertura.

A escolha dessa abordagem garante uma comunicação segura, estável e isolada, ideal para pacientes idosos ou em situação de vulnerabilidade, que podem não ter acesso à internet ou apresentar dificuldades no uso de sistemas conectados. Ao operar de forma totalmente local, o sistema elimina a dependência de infraestrutura externa, reduz riscos de falha e mantém a simplicidade de uso, sem sacrificar a capacidade de expansão.

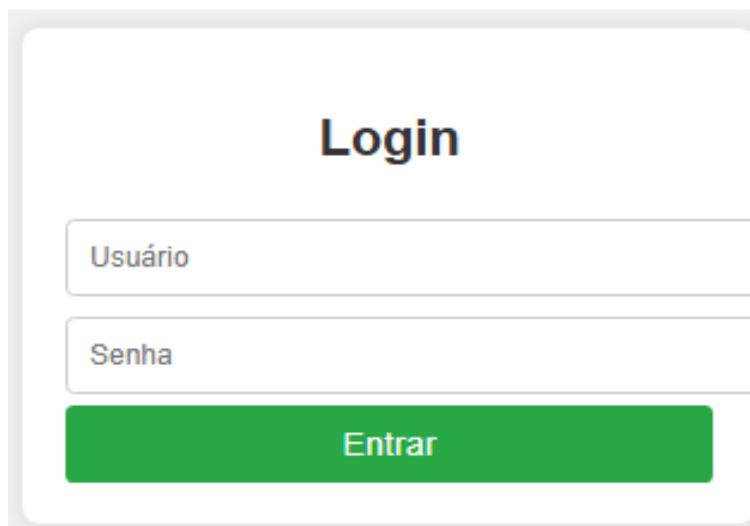
Além disso, esse modelo de comunicação facilita a incorporação de novos módulos com gavetas adicionais, bastando configurar novos ESP's como clientes conectados à rede local do dispositivo principal, mantendo a modularidade e flexibilidade do sistema.

3.3.5 INTERFACE WEB E CONFIGURAÇÃO

O sistema conta com uma interface web única, acessada por navegador padrão, hospedada no ESP32 principal por meio da rede Wi-Fi local gerada pelo próprio dispositivo. Todas as páginas seguem o mesmo layout, com os recursos liberados de acordo com o perfil do usuário, após autenticação via login e senha.

A autenticação é feita por meio de uma tela de login simples (Figura 20), onde o usuário informa seu nome e senha. Com base no perfil, o sistema libera o acesso a uma das seguintes áreas:

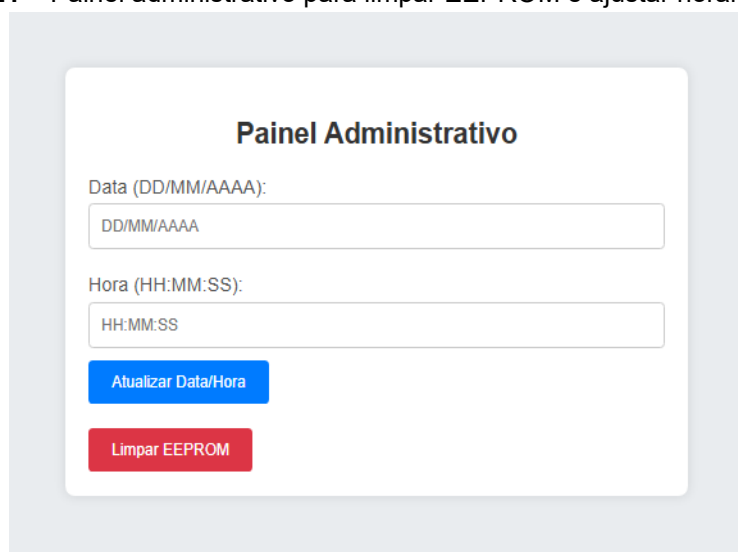
Figura 20 – Tela de Login do ESP Principal.

A interface de login é apresentada dentro de um container cinza claro. No topo, o título "Login" está em uma fonte preta e negrita. Abaixo dele, há dois campos de entrada de texto brancos com bordas cinzas. O primeiro campo é rotulado "Usuário" e o segundo "Senha". Ambos os rótulos estão em uma fonte cinza e menor. Abaixo dos campos, há um botão retangular verde com o texto "Entrar" em branco e centralizado.

Fonte: Os autores

Administrador: possui acesso exclusivo à página administrativa (Figura 21), onde é possível ajustar a data e hora do RTC DS3231 e limpar os dados armazenados na memória EEPROM. Este perfil não possui acesso às gavetas ou páginas clínicas.

Figura 21 – Painel administrativo para limpar EEPROM e ajustar horário no RTC.

O painel administrativo é exibido em um container cinza claro. O título "Painel Administrativo" está no topo em uma fonte preta e negrita. Abaixo, há duas seções de entrada de dados. A primeira, rotulada "Data (DD/MM/AAAA):", possui um campo de texto branco com o placeholder "DD/MM/AAAA". A segunda, rotulada "Hora (HH:MM:SS):", possui um campo de texto branco com o placeholder "HH:MM:SS". Abaixo desses campos, há dois botões: um azul rotulado "Atualizar Data/Hora" e um vermelho rotulado "Limpar EEPROM".

Fonte: Os autores

Médico: configura os medicamentos de cada gaveta, define a quantidade de doses e os horários disponíveis para administração (Figura 22).

Figura 22 – Visão geral da página principal do dispensador

Página do Médico

Médico: Paciente:

Enfermagem: Farmacêutico:

Gaveta 1

Medicamento:

Doses	Horários
9	09:21
8	22:03
0	00:00
0	00:00

Adicionar:

Remover:

Estoque Atual:

Salvar

Gaveta 2

Medicamento:

Doses	Horários
0	00:00
0	00:00
0	00:00
0	00:00

Adicionar:

Remover:

Estoque Atual:

Gaveta 3

Medicamento:

Doses	Horários
0	00:00
0	00:00
0	00:00
0	00:00

Adicionar:

Remover:

Estoque Atual:

Gaveta 4

Medicamento:

Doses	Horários
0	00:00
0	00:00
0	00:00
0	00:00

Adicionar:

Remover:

Estoque Atual:

Ativar o Windows
Acesse Configurações para ativar c

Fonte: Os autores

Enfermagem: seleciona os horários ativos com base na rotina do paciente. Utiliza a mesma estrutura da página do médico, com campos específicos habilitados conforme o perfil.

Farmácia: realiza o controle de estoque, atualiza a quantidade de comprimidos por gaveta e acompanha o consumo previsto.

Paciente: visualiza informações resumidas sobre o dispositivo, como nome do medicamento, horário das doses e estoque da gaveta, funcionando como apoio visual complementar aos alarmes, para pessoas que fizerem uso do dispensador e forem alfabetizados.

Histórico: página exclusiva para consulta dos eventos registrados nas últimas

30 doses. Apresenta uma tabela com os dias, horários, gavetas acionadas, quantidade liberada e status (realizado, perdido ou fora do horário). Essa página é acessível apenas por perfis autorizados.

A interface foi planejada para ser simples, responsiva e funcional, garantindo fácil navegação mesmo em dispositivos móveis. Todas as alterações são armazenadas na memória EEPROM associada ao módulo RTC, com preservação dos dados em caso de desligamento.

A padronização visual da interface para todos os perfis permite fácil aprendizado e reduz o risco de erro, ao mesmo tempo em que o controle por senha garante segurança e integridade das informações.

3.3.6 FLUXOGRAMA DE FUNCIONAMENTO

O fluxograma do sistema no apêndice A, apresenta a lógica de funcionamento do sistema proposto, desde a verificação dos horários programados até a liberação das gavetas e o registro das doses. O processo é iniciado com a leitura da hora atual, realizada pelo módulo RTC DS3231 conectado ao ESP32 principal. Este microcontrolador compara o horário com as programações armazenadas na memória EEPROM.

Ao identificar um horário correspondente a uma medicação, o ESP32 principal ativa o alarme sonoro e envia, via rede Wi-Fi local, um comando ao ESP32 secundário indicando qual gaveta deve ser sinalizada. O ESP32 secundário acende o LED da gaveta correspondente e monitora, por meio de sensores, a sua abertura. Quando a gaveta é aberta corretamente, o ESP secundário envia a confirmação de abertura e o ESP Principal exibe na matriz de LED 8x8 a quantidade de comprimidos a ser administrada. Ao fechar a gaveta, o sistema registra a ação, atualiza o estoque e armazena o evento no histórico.

Toda a lógica é executada de forma autônoma, sem necessidade de conexão com a internet, garantindo segurança, confiabilidade e simplicidade de uso. A programação, controle e visualização das informações são realizados por meio da

interface web, com permissões específicas para cada perfil de usuário.

4. TESTES E RESULTADOS

Esta seção apresenta os testes realizados com o protótipo do dispensador automatizado de medicamentos, com o objetivo de validar sua funcionalidade, acessibilidade e eficácia em simular a experiência de uso por pessoas não alfabetizadas.

Segundo Gil (2002), a pesquisa aplicada tem como finalidade gerar conhecimentos voltados à solução de problemas específicos, com aplicação prática e imediata. Neste contexto, os testes do sistema representam a fase experimental do projeto, em que as hipóteses de funcionamento e usabilidade são confrontadas com a realidade.

As observações obtidas permitiram verificar a eficácia da proposta, identificar pontos de melhoria e comprovar a viabilidade do sistema como apoio à adesão medicamentosa em populações vulneráveis.

4.1 METODOLOGIA DOS TESTES

Os testes foram realizados em ambiente controlado, utilizando o protótipo físico completo do dispensador automatizado de medicamentos. O objetivo principal foi verificar se o sistema atendia aos critérios de acessibilidade, clareza na sinalização e funcionalidade geral em condições que simulassem o uso real por pessoas não alfabetizadas.

Os testes foram conduzidos em ambiente controlado, com participação de voluntários alfabetizados e não alfabetizados. A maioria das interações foi realizada com participantes alfabetizados que atuaram sob a instrução de não utilizar a leitura como recurso, simulando a condição de analfabetismo. Essa abordagem permitiu testar de forma segura a clareza dos sinais visuais e sonoros, bem como a capacidade do sistema de guiar o usuário sem apoio textual.

A execução prática foi conduzida com dois tipos de participantes: um voluntário alfabetizado, que realizou simulações temporais e sob a instrução de não utilizar a leitura como recurso durante a interação, e um voluntário não alfabetizado, que participou presencialmente e executou os testes práticos seguindo unicamente as instruções fornecidas pelo próprio protótipo. Essa abordagem permitiu avaliar diretamente a efetividade dos sinais visuais e sonoros do sistema, sem qualquer dependência de leitura ou instrução escrita.

O roteiro dos testes incluiu a simulação do alarme no horário programado, a ativação do led correspondente à gaveta correta, o acionamento do *buzzer*, a abertura da gaveta, a exibição da dose na matriz de led 8x8, e o encerramento do ciclo com o fechamento da gaveta.

As páginas da interface web foram avaliadas separadamente, com simulações de acesso pelos diferentes perfis do sistema e por diversas pessoas de forma aleatória. Foram testadas ações como o cadastro de medicamentos, a definição de horários e doses, ajuste de estoque, a limpeza da EEPROM e a consulta ao histórico.

4.2 PROCEDIMENTOS EXECUTADOS

Os testes práticos do sistema foram realizados com o protótipo completo operando em sua configuração final. O procedimento teve início com a inserção das informações na interface web, onde foram definidos os horários das medicações, a dose correspondente e a gaveta vinculada a cada prescrição. Após o ajuste do relógio interno, o sistema passou a monitorar continuamente os horários programados.

Ao identificar que o horário atual correspondia a um alarme previamente configurado, o ESP32 Principal ativou o *buzzer* e enviou, via Wi-Fi local, um comando ao ESP32 secundário. Este acendeu o LED correspondente à gaveta associada ao horário. A sinalização visual orientou o participante a localizar corretamente o compartimento a ser aberto, como mostrado na Figura 23.

Figura 23 – Alerta visual da gaveta a ser aberta



Fonte: Os autores

A abertura da gaveta foi detectada pelo sensor conectado ao ESP secundário, que enviou a confirmação ao ESP principal. A partir desse evento, o sistema exibiu automaticamente a quantidade de comprimidos programada na matriz de led 8x8, O que permite a identificação da dose de forma exclusivamente visual, como mostrado na Figura 24.

Figura 24 – Simulação de número de comprimidos na matriz 8x8.



Fonte: Os autores

Após a simulação da retirada da medicação, o participante fechou a gaveta. O sistema então registrou o evento, atualizou o estoque correspondente e gravou as informações na memória EEPROM. Também foram realizados testes com falha intencional, como a não abertura da gaveta dentro do tempo limite previsto, que resultaram no registro automático da dose como “perdida”.

4.3 RESULTADOS OBSERVADOS

Os testes realizados demonstraram que o sistema é funcional, confiável e acessível para o público-alvo proposto. Em todos os ciclos completos executados com o protótipo, foi possível observar a ativação correta dos alarmes sonoros, a iluminação do led correspondente à gaveta programada e a resposta do usuário à sinalização, mesmo sem o uso de leitura.

O participante não alfabetizado conseguiu identificar o momento da medicação, localizar a gaveta correta por meio da sinalização visual e interpretar com clareza a quantidade exibida na matriz de led 8x8. Essa interação confirmou que a proposta do projeto é eficaz em promover autonomia na rotina de medicação, mesmo entre indivíduos com limitações de leitura.

Também foram observados comportamentos corretos por parte do sistema em situações de falha simulada, como a não abertura da gaveta dentro do tempo programado, resultando no registro automático de “dose perdida” e manutenção do alerta. O controle de estoque funcionou como esperado, com atualização precisa após o fechamento da gaveta.

A comunicação entre os módulos ESP32 demonstrou estabilidade, e a interface web se mostrou acessível e responsiva em diferentes dispositivos. Os dados registrados na memória EEPROM permaneceram consistentes após desligamento e reinicialização, validando a proposta de operação autônoma e segura.

4.4 INTEGRAÇÃO AO SUS E POSSIBILIDADES DE AMPLIAÇÃO

A adoção de um sistema padronizado, no qual os medicamentos sejam identificados e dispensados com base na numeração correspondente às gavetas do dispositivo, representa uma inovação com grande potencial de impacto no contexto do Sistema Único de Saúde (SUS). Essa abordagem permitiria que os medicamentos saíssem das farmácias públicas já etiquetados com números visuais, associados diretamente às divisões físicas do dispensador automatizado.

Ao utilizar esse sistema de correspondência por números por exemplo, o medicamento da gaveta 1, da gaveta 2, (e assim por diante), elimina-se a necessidade de leitura, reduzindo drasticamente as chances de erro na administração da medicação. Isso é especialmente relevante para pacientes não alfabetizados, que poderiam, com apoio visual simples, associar o medicamento à gaveta correta, dispensando completamente o auxílio de terceiros.

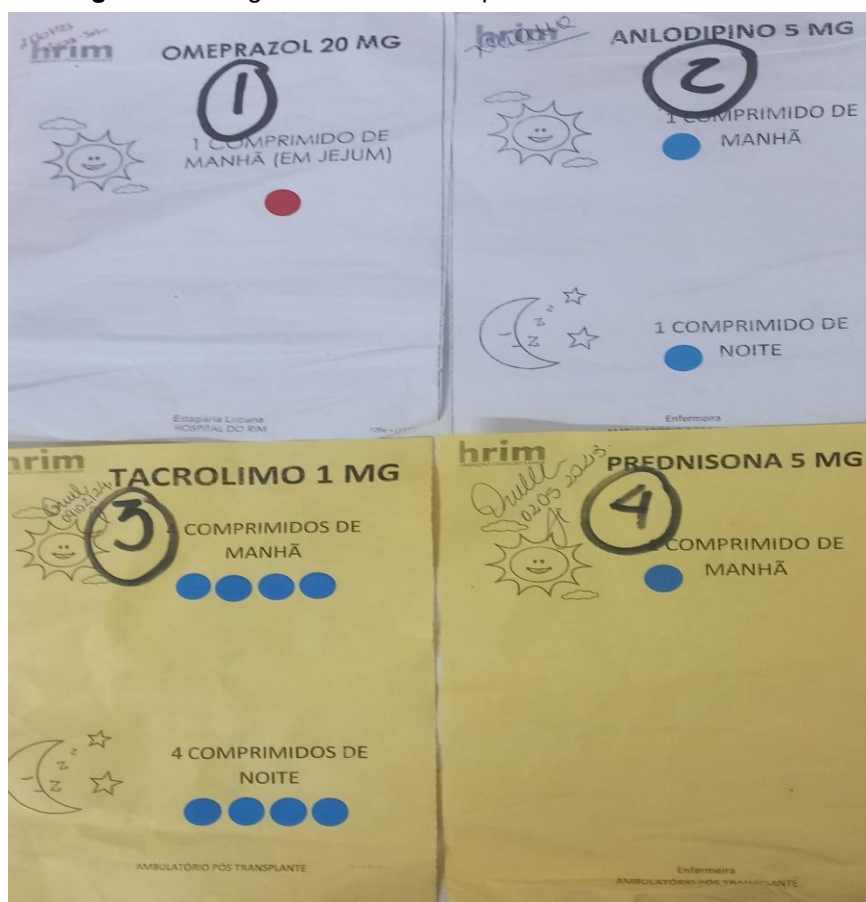
Além de aumentar a independência dos pacientes, essa padronização também facilitaria o trabalho dos profissionais de saúde nas unidades básicas e farmácias públicas, tornando o abastecimento mais seguro. A aplicação desse modelo em larga escala permitiria ao SUS atingir uma parcela da população historicamente mais dependente e vulnerável, promovendo inclusão e equidade no acesso ao tratamento medicamentoso.

Essa integração entre tecnologia assistiva e políticas públicas evidencia o potencial transformador do projeto e reforça a importância de soluções simples, eficazes e replicáveis dentro do sistema público de saúde brasileiro.

Outro aspecto relevante para a expansão do projeto está na sua sustentabilidade energética. A estrutura do dispensador pode ser adaptada para operar com painel fotovoltaico, permitindo seu uso em regiões com acesso limitado à rede elétrica ou em locais onde se busca reduzir o consumo de energia convencional. A utilização de energia solar torna o dispositivo ainda mais autônomo e viável em contextos de vulnerabilidade social ou rural, reforçando seu caráter inovador e sustentável.

Dessa forma, o projeto não apenas atende às necessidades imediatas de inclusão tecnológica e acessibilidade, como também se apresenta como uma solução escalável, replicável e alinhada aos princípios de sustentabilidade e equidade no acesso à saúde. Na Figura 25, é mostrada uma sugestão para auxiliar pessoas analfabetas ou com alguma dificuldade para leitura.

Figura 25 – Sugestão dos autores para auxiliar em maior adesão.



Fonte: Os autores

5. CONCLUSÃO

O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um dispensador automatizado de medicamentos voltado especialmente para pacientes não alfabetizados, de modo a promover maior segurança, autonomia e adesão ao tratamento medicamentoso.

O sistema, que emprega recursos simples, como sinais visuais e sonoros, se mostrou funcional, confiável e acessível, e é capaz de orientar o paciente sem a necessidade de leitura textual, o que tem a potencialidade de atender a um público historicamente vulnerável do sistema de saúde.

Durante os testes em ambiente controlado, foi possível comprovar que o protótipo atende a todos os objetivos propostos. Ficou comprovado que o protótipo possibilitou ao paciente identificar a gaveta correta, interpretar a quantidade de comprimidos exibida e interagir com o sistema de forma intuitiva.

A integração entre os microcontroladores ESP32 Principal e Secundário, bem como o uso de RTC, matriz de LED e sensores de gaveta, garantiram precisão no controle de horários e registro das doses administradas.

A interface web foi projetada com diferentes perfis de acesso. Isso permite que diferentes profissionais (médicos, enfermeiros, farmacêuticos) realizem configurações e acompanhem o histórico de uso. Essa estrutura modular confere robustez e escalabilidade ao projeto, que pode ser adaptado para diferentes contextos domiciliares ou institucionais.

Os diagramas de ligação dos componentes eletrônicos, o fluxograma de funcionamento do sistema bem como os detalhes técnicos encontram-se reunidos no Apêndice, e podem auxiliar a quem interessar reproduzir ou aprimorar este projeto.

Este trabalho atingiu todos os objetivos técnicos, funcionais e econômicos propostos. Para além da colaboração para o bem-estar social, este projeto também

traz sua colaboração à comunidade acadêmica, ao apontar caminhos para pesquisa na área de saúde, inclusive a possibilidade de sua implementação em larga escala, em especial se aliado a políticas públicas de saúde e distribuição de medicamentos com identificação por números. Se produzido em larga escala, este projeto tem o potencial de contribuir de maneira efetiva para a inclusão tecnológica e o fortalecimento da autonomia de pessoas com baixa escolaridade e promover um tratamento mais, seguro e eficiente.

6 - REFERÊNCIAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). Resolução RDC n.º 47, de 8 de setembro de 2009. Dispõe sobre a bula de medicamentos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 9 set. 2009. Disponível em: <https://www.in.gov.br/>. Acesso em: 10 abr. 2025.

ALVES, J. E. D. Envelhecimento populacional no Brasil e no mundo. Revista Longevidade, 2019.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Ciência, Tecnologia e Insumos Estratégicos. Síntese de evidências para políticas de saúde: adesão ao tratamento medicamentoso por pacientes portadores de doenças crônicas. Brasília: Ministério da Saúde, 2016.

CARE, Safe Senior. Melhores dispensadores automáticos de comprimidos para idosos: tomando os medicamentos na hora certa. 2024. Disponível em: <<https://saferseniorecare.com/best-automatic-pill-dispensers-for-elderly-seniors/>>. Acesso em: 21 out. 2024.

CENSO 2022: Taxa de analfabetismo cai de 9,6% para 7,0% em 12 anos, mas desigualdades persistem. Agência de Notícias IBGE.

CONKOVA, N. et al. The Experience of Aging and Perceptions of “aging Well” among Older Migrants in the Netherlands. The Gerontologist, [S.l.], v. 60, n. 2, p. 270–278, 2020.

FELICIANO, S. C. C.; VILLELA, P. B.; OLIVEIRA, G. M. M. Associação entre a Mortalidade por Doenças Crônicas Não Transmissíveis e o Índice de Desenvolvimento Humano no Brasil entre 1980 e 2019. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v. 120, n. 4, p. e20211009, 2023. Disponível em: <https://abccardiologia.org/en/>. Acesso em: 16 mar. 2025.

GIL, A. C. *Como elaborar projetos de pesquisa*. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GUÉDES, J. L. B., VANDERLEI, A. D., RIBEIRO, M. C. S. B., V., SILVA, W. A., & Mousinho, K. C. (2023). Uso de Aplicativos Móveis como Meio de Aumentar Adesão ao Tratamento Farmacológico em Saúde Mental: Uma Revisão Integrativa da Literatura. *Revista Psicologia & Saberes*, 12(1)

GUIMARÃES, A. C. F. Pessoas não alfabetizadas e seu cotidiano. Brasília: Universidade de Brasília, Faculdade de Ceilândia, 2018.

HEALTH, Hero. Prescription Pill Dispenser by Hero. 2024. Disponível em: <<https://herohealth.com/prescription-pill-dispenser/>>. Acesso em: 21 out. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). *Educa IBGE – Alfabetização*. [S.l.]: IBGE, [s.d.]. Disponível em: <https://educa.ibge.gov.br/jovens/conheca-o-brasil/territorio/22321-alfabetizacao.html>. Acesso em: 15 maio 2025.

MALDANER, C. R.; BEUTER, M.; BRONDANI, C. M.; BUDÓ, M. L. D.; PAULETTO, M. R. Fatores que influenciam a adesão ao tratamento na doença crônica: o doente em terapia hemodialítica. 2008.

MEDISAFE. Medication reminder & pill organizer app. Disponível em: <https://www.medisafeapp.com/>. Acesso em: 10 abr. 2025.

MOREIRA, L. M.; FLÔR, R. C. Desenvolvimento de um dispensador automático de medicamentos para idosos. Revista Mundi de Engenharia, Tecnologia e Gestão, v. 3, n. 5, p. 81-95, 2018.

OBSERVATÓRIO DE SAÚDE PÚBLICA. *DCNT: como o Brasil poderia evitar mais de 300 mil mortes por ano*. [S.l.]: Biblioteca Observatório Saúde Pública, 2023. Disponível em: <https://biblioteca.observatoriosaudepublica.com.br/blog/blog-dcnt-como-brasil-poderia-evitar-mais-de-300-mil-mortes-ano>. Acesso em: 15 maio 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Declaração de Xangai sobre promoção da saúde na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. Conferência Global de Promoção da Saúde, Xangai, 21-24 nov. 2016. Genebra: OMS, 2017. Disponível em: <https://www.who.int/publications/i/item/WHO-NMH-PND-17.5>. Acesso em: 10 abr. 2025.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. Doenças crônicas não transmissíveis. Disponível em: <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/noncommunicable-diseases>. Acesso em: 20 nov. 2024

PARADELLA, R. Número de idosos cresce 18% em 5 anos e ultrapassa 30 milhões em 2017. Agência IBGE notícias, v. 26, 2018.

PEREIRA, J. V. Os sistemas de medidas e os saberes matemáticos utilizados por pessoas não alfabetizadas da Comunidade Kalunga Vão do Moleque. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Licenciatura em Educação do Campo Matemática) – Universidade de Brasília, Faculdade de Planaltina, Brasília, 2018.

PILLO HEALTH. *Pillo – The Intelligent Health Assistant*. 2018. Disponível em: <https://www.indiegogo.com/projects/pillo-your-personal-home-health-robot>. Acesso em: 17 maio 2025.

PIVOTELL. Pivotell Mk3 Instruction Book. Disponível em: https://www.pivotell.co.uk/downloads/Pivotell-Mk3-Instruction-Book.pdf?srsId=AfmBOoqEjm62I1Gm8HQM690dgwBxAN7GiYulFYQ0IZKTHp_Ho8uz0v3i. Acesso em: 04 abr. 2025.

RENESAS ELECTRONICS CORPORATION. Smart Medicine Box Reference Design. Disponível em: <https://www.renesas.com/en/products/microcontrollers-microprocessors/r178-low-power-8-16-bit-mcus/smart-medicine-box-ref-smart-medicine-box-reference-design>. Acesso em: 04 abr. 2025.

RODRIGUES, K. L.; DALA-PAULA, B. M. Aspectos sociais e biológicos do envelhecimento individual, o estilo de vida e a nutrição como estratégias para a longevidade humana. *Estudos interdisciplinares sobre o Envelhecimento*, Porto Alegre, v. 28, e121061, 2023. DOI: 10.22456/2316-2171.121061

RUIZ, M. A. Sistema automatizado de dispensação de medicamentos para usuários com baixa alfabetização. Universidade de Málaga, 2020. Trabalho de Conclusão de Curso.

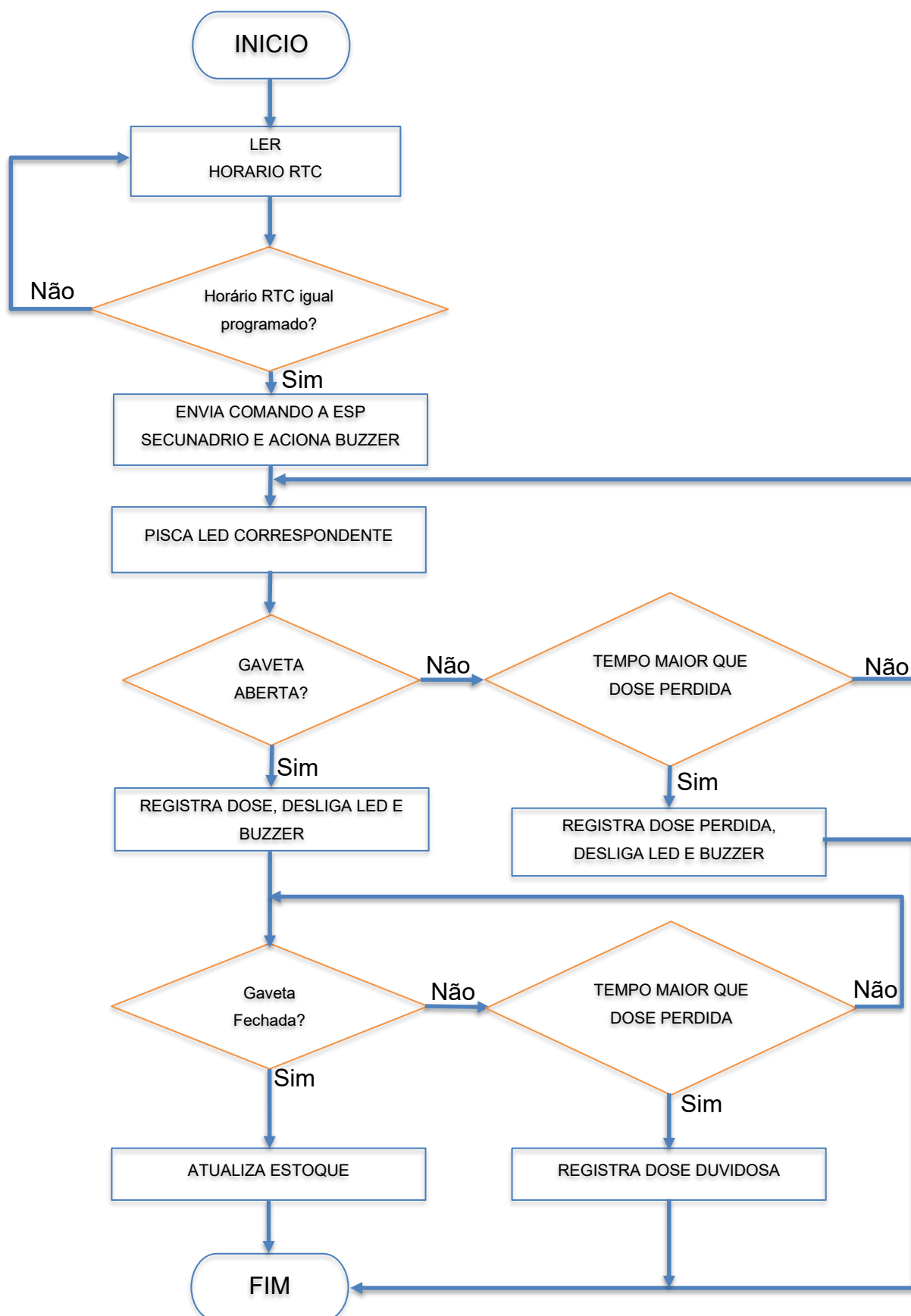
SEIDL, E. M. F.; MELCHIADES, A.; FARIAS, V.; BRITO, A. Pessoas vivendo com HIV/AIDS: variáveis associadas à adesão ao tratamento anti-retroviral. *Cadernos de Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v. 23, n. 10, p. 2305-2316, out. 2007.

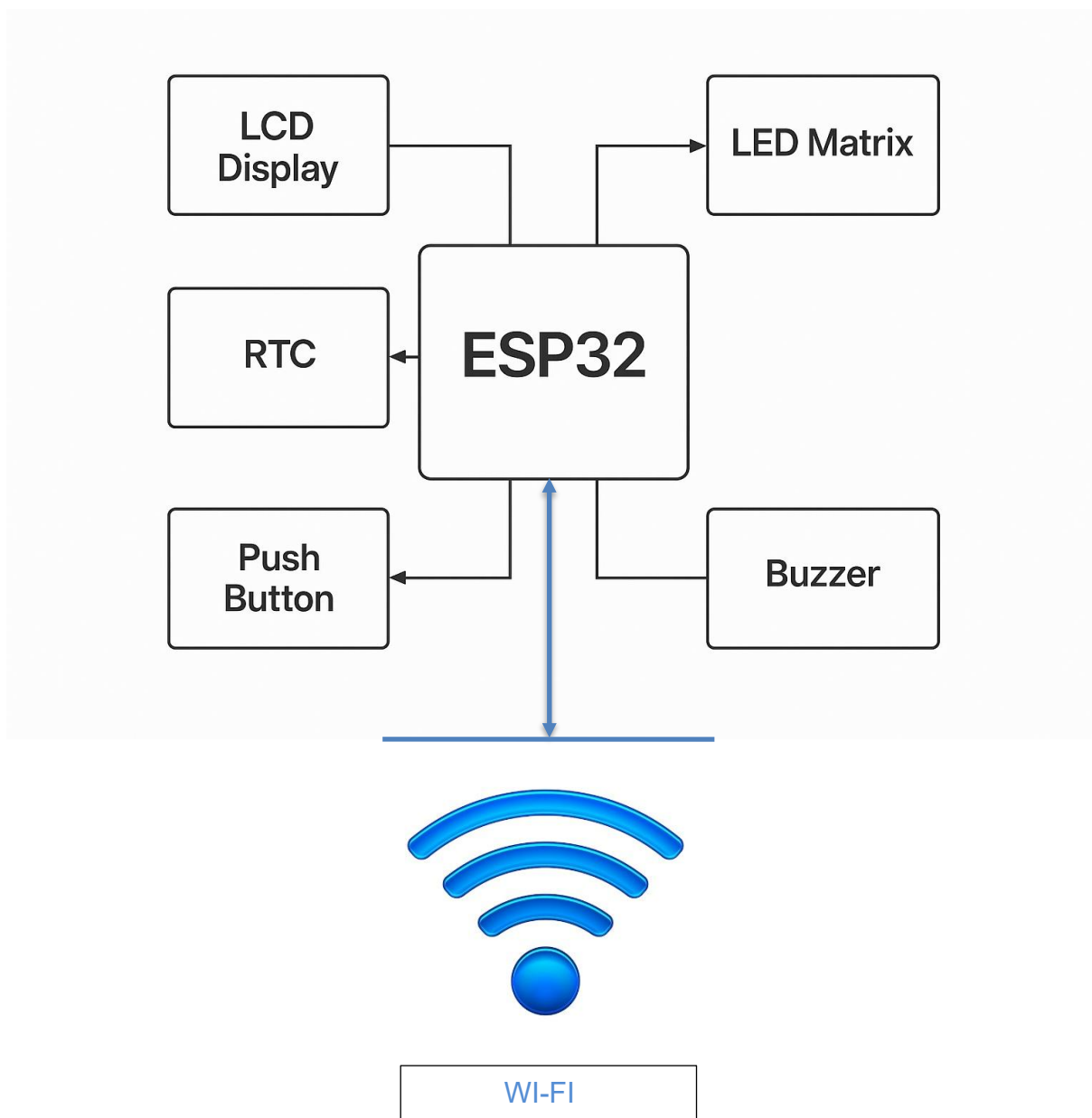
VIEIRA, L. B., REIS, A. M. M., RAMOS, C. D. Á., REIS, T. M. D., & CASSIANI, S. H. D. B. (2021). Uso de um dispositivo eletrônico organizador de medicamentos com alarme para melhorar a adesão medicamentosa de idosos com hipertensão. *Einstein (São Paulo)*, 19, eAO6011.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Political declaration of third high-level meeting of General Assembly on the prevention and control of noncommunicable diseases. Geneva: WHO, 2020. Disponível em: https://apps.who.int/gb/ebwha/pdf_files/B150/B150_7-en.pdf. Acesso em: 15 maio 2025.

7. APÊNDICE

Apêndice A – Fluxograma simplificado de funcionamento.



Apêndice B – ESP Principal e suas conexões.

Apêndice C – ESP Secundário e suas conexões.