



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
ESCOLA POLITÉCNICA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA QUÍMICA

VINICIUS SAMPAIO DE ALMEIDA

**GAVETEIRO AUTOMATIZADO PARA ARMAZENAMENTO, MONITORIZAÇÃO E
DISTRIBUIÇÃO DE COMPRIMIDOS MEDICAMENTOSOS.**

SALVADOR – BA
2023



VINICIUS SAMPAIO DE ALMEIDA

**GAVETEIRO AUTOMATIZADO PARA ARMAZENAMENTO, MONITORIZAÇÃO E
DISTRIBUIÇÃO DE COMPRIMIDOS MEDICAMENTOSOS.**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de graduação em Engenharia de Controle e Automação de Processos, Escola Politécnica, Universidade Federal da Bahia, como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação.

Orientador: Professor Dr. Raony Fontes

SALVADOR – BA

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA
CURSO DE GRADUAÇÃO ENGENHARIA DE CONTROLE E
AUTOMAÇÃO DE PROCESSOS

FOLHA DE APROVAÇÃO

Vinicius Sampaio de Almeida

GAVETEIRO AUTOMATIZADO PARA ARMAZENAMENTO, MONITORIZAÇÃO E
DISTRIBUIÇÃO DE COMPRIMIDOS MEDICAMENTOSOS.

Trabalho final de conclusão de curso apresentado ao curso de Engenharia de Controle e Automação de Processos da Universidade Federal da Bahia como requisito parcial para obtenção do grau de Bacharel em Engenharia de Controle e Automação de Processos

Orientador: Dr. Raony Maia Fontes

Aprovado em: 14 de dezembro de 2023.

Banca Examinadora

Prof. Dr. Raony Maia Fontes

Prof MSc Reiner Requião de Souza

Eng. Harrison Henri dos Santos Nascimento

"A automação aplicada com sabedoria pode liberar a mente humana da monotonia e abrir novos horizontes para a criatividade."

Daniel H. Wilson

RESUMO

A aderência a técnicas terapêuticas em ambiente domiciliar é um desafio crucial na área de saúde, influenciando diretamente os resultados clínicos e os custos do sistema. Este estudo visa apresentar uma solução inovadora para melhorar a aderência aos tratamentos, contribuindo para melhores resultados. O dispositivo proposto é um gaveteiro eletrônico com quatro compartimentos, integrando LEDs, alertas sonoros e sensores magnéticos para monitorizar a abertura das gavetas. A programação é realizada via software desktop em conjunto com uma aplicação embarcada, permitindo aos pacientes personalizarem horários de medicamentos. Destaca-se a vantagem do baixo custo e a capacidade de monitorização, diferenciando-se de produtos existentes. O design ergonômico retangular e a escolha de sensores magnéticos visam eficiência e durabilidade. A inclusão de LEDs e alertas sonoros visa acessibilidade. O Relógio de tempo real assegura a precisão temporal, enquanto o microcontrolador ATmega328 controla toda todas as funcionalidades embarcadas desse dispositivo. A elaboração da placa de circuito impresso envolveu etapas desde o esquemático até o roteamento automático. O software, tanto embarcado quanto desktop, realiza funções de programação, emissão de alertas e registro de abertura, promovendo um controle efetivo e monitoramento da medicação, impactando positivamente a administração domiciliar e o cuidado ao paciente. Este dispositivo teve sua patente de invenção depositada no INPI sob o número do processo BR 10 2016 020150 0.

Palavras-chave: Gaveteiro automatizado, monitorização de terapia medicamentosa, distribuição de comprimidos.

ABSTRACT

Adherence to therapeutic techniques in the home environment is a crucial challenge in healthcare, directly influencing clinical results and system costs. This study aims to present an innovative solution to improve treatment adherence, contributing to better outcomes. The proposed device is an electronic drawer with four compartments, integrating LEDs, audible alerts and magnetic sensors to monitor drawer openings. Programming is performed via desktop software in addition to an embedded application, allowing patients to customize medication schedules. The advantage of low cost and monitoring capacity stands out, setting it apart from existing products. The rectangular ergonomic design and the choice of magnetic sensor aim for efficiency and durability. The inclusion of LEDs and audible alerts aims for accessibility. The real-time clock ensures temporal precision, while the ATmega328 microcontroller controls all the device's on-board functionalities. The design of the printed circuit board involved stages ranging from schematics to automatic routing. The software, both embedded and desktop, performs programming functions, issues alerts and records opening, promoting effective control and monitoring of medication, positively impacting home administration and patient care. The invention patent for this device was filed within INPI process number BR 10 2016 020150 0.

Keywords: Automated drawer, drug therapy monitoring, pill dispensing.

SUMÁRIO

RESUMO	5
ABSTRACT.....	6
MOTIVAÇÃO	8
ESTADO DA TÉCNICA	9
PROPOSTA.....	11
DESIGN DO HARDWARE.....	12
Formato do dispositivo	12
Dispositivos de alerta visual e sonoro	14
Relógio de tempo real	15
Microcontrolador programável.....	16
Placa de circuito impressa	17
DESIGN DO SOFTWARE	19
Design do Software Embarcado.....	19
Design do Software Desktop	20
PRÓXIMOS PASSOS.....	22
Industrialização	22
Regulação	23
Novas tecnologias	24
REFERÊNCIAS	25

MOTIVAÇÃO

A Organização Mundial da Saúde (2013) conceituou a aderência terapêutica medicamentosa como a habilidade dos pacientes em aderir corretamente às prescrições ou recomendações médicas. A organização enfatiza a relevância desse fator devido às suas implicações para a saúde dos pacientes. A falta de aderência pode conduzir a desfechos clínicos insatisfatórios, agravar condições médicas preexistentes e gerar um aumento nos custos de saúde.

O Brasil tem presenciado um expressivo aumento na população idosa, correspondendo a um crescimento notável no uso de medicamentos para o controle de Doenças Crônicas Não Transmissíveis (RAMOS et al., 2016). Entretanto, a presença de um auxiliar torna-se necessária para orientar a pessoa idosa sobre os horários adequados de ingestão dos medicamentos, Cintra et al. (2010) apontou que os idosos que moravam sozinhos tinham até três vezes mais chances de não aderência a terapia medicamentosa.

Nesse sentido, a literatura mostra consistentemente que a falta de aderência a tratamentos medicamentosos é um desafio significativo, a Organização Mundial da Saúde (2013) aponta que pelo menos 50% dos pacientes com hipertensão arterial não tomam suas medicações, o que torna os tratamentos desafiadores. Isso leva a um alto risco, visto que Cramer et al. (2008) mostra que a falta de aderência ao tratamento leva diretamente a resultados clínicos negativos e comprometendo sua qualidade de vida.

A motivação para o desenvolvimento desta solução inovadora reside na necessidade de melhorar a aderência terapêutica e, por consequência, os resultados de saúde dos pacientes. Essa solução visa simplificar o processo de administração de medicamentos, fornece suporte contínuo aos pacientes e envolver profissionais de saúde na gestão da terapia medicamentosa domiciliar.

ESTADO DA TÉCNICA

Atualmente várias soluções são empregadas para melhorar a aderência terapêutica. Nesse contexto, Fang, Maeder e Bjerling (2016) propõem com base na literatura, que essas soluções sejam classificadas de três formas: sistemas de lembretes por telefone, dispositivos portáteis de lembretes e dispositivos eletrônicos residenciais de lembrete.

Aplicativos móveis oferecem lembretes e monitorização remota, permitindo aos pacientes gerenciar suas terapias utilizando um dispositivo já disponível, mas configurado especificamente para auxiliar o usuário na terapia medicamentosa (Fang; Maeder; Bjerling, 2016). Estudos clínicos realizados por Contreras et al (2009) e Patel et al (2013) por exemplo, mostraram como ferramentas dessa categoria apresentam potencial no que se refere ao auxílio de pacientes com hipertensão arterial. Entretanto, a eficácia desses aplicativos pode ser limitada pela dependência do usuário em lembrar de interagir com o dispositivo. Além disso, problemas na autonomia ou no uso correto destes dispositivos podem reduzir sua eficácia, principalmente em pacientes idosos ou com necessidades especiais (Patel et al, 2013).

Dispositivos portáteis de lembrete são dispositivos eletrônicos, geralmente com tamanho reduzido que podem ser facilmente carregados, estes dispositivos contam com alarmes sonoros e ou visuais para alertar ao paciente sobre a necessidade do uso da medicação. Além dessa definição, Kamimura, Ishiwata e Inoue (2012) mostraram como o uso de um dispositivo desse tipo aumentou a aderência terapêutica em pessoas com a doença de Alzheimer.



Figura 1 - Dispositivo portátil com alarme para medicação. Fonte: e-Pill Medication Reminders, EUA,2023

Finalmente, os dispositivos residenciais de lembrete são definidos por Fang, Maeder e Bjering (2016) como dispositivos inteligentes capazes de realizar diversas funções, como o monitoramento, distribuição dos medicamentos nos horários pré-definidos e ou comunicação com profissionais de saúde. Segundo Ahmed, Chiu e Arain (2022) o uso desse tipo de dispositivo é bem aceito pelo público e tem um grande potencial na aderência terapêutica, porém, os autores colocam o alto custo desses dispositivos como o principal desafio a sua popularidade.



Figura 2 - Dispensador automático de pílulas. Fonte: LiveFine, EUA, 2023

É importante destacar que, embora haja avanços no campo da aderência terapêutica, ainda existem lacunas em soluções acessíveis, fáceis de usar e que ofereçam monitorização precisa e contínua. O dispositivo proposto visa preencher essa lacuna, oferecendo uma solução abrangente que combina programação personalizada, alertas visuais e sonoros, além de uma monitorização detalhada, com potencial para melhorar significativamente a aderência terapêutica domiciliar.

PROPOSTA

A solução proposta consiste em um dispositivo físico com formato semelhante a um gaveteiro medindo 20 cm de largura, 11 cm de altura e 15 cm de profundidade, composto por compartimentos em forma de paralelepípedo, separados por um espaçamento de 1 cm. As gavetas possuem uma abertura superior vazada e um puxador, enquanto a face posterior abriga os componentes eletrônicos. O componente central é um microcontrolador responsável pelo controle de dispositivos emissores de luz e som, bem como pela interpretação dos sensores de abertura das gavetas, conectados eletricamente.

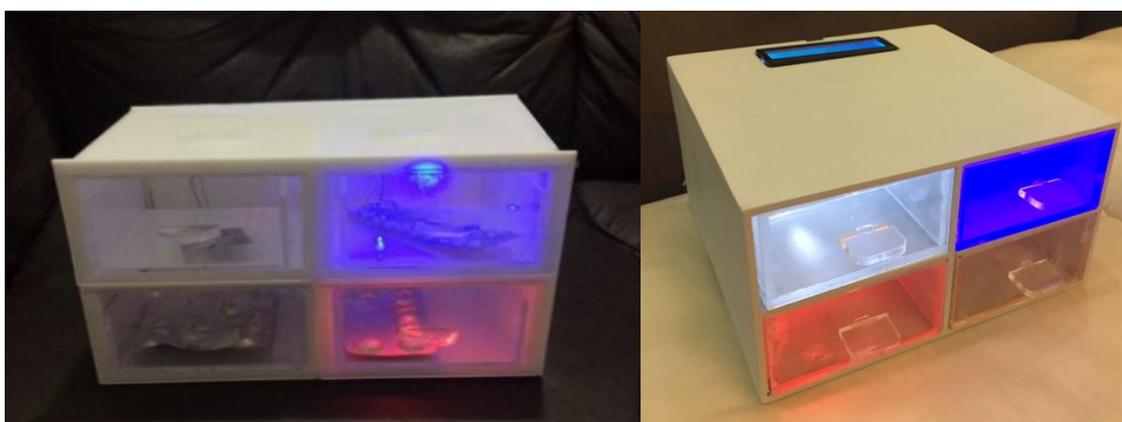


Figura 3 - Fotos do protótipo do gaveteiro. Fonte: Autor.

Através de um software desktop, o usuário pode agendar horários, assim como customizar a frequência para o acionamento das gavetas baseando-se no seu

tratamento. Essas informações são transmitidas ao microcontrolador, que, aciona os dispositivos eletrônicos conforme as instruções programadas. Ao conectar o microcontrolador a um computador com o software correspondente, é possível coletar informações de uso e gerar relatórios gráficos.

A produção de baixo custo é a sua principal vantagem. Enquanto existem compartimentos de medicamentos no mercado, a capacidade de programação, monitorização aliados a um custo acessível são fatores distintivos. Isso leva a um excelente custo-benefício, pois o dispositivo promove um controle efetivo e monitoramento da medicação, evitando doses desnecessárias e ajudando os pacientes a manter a terapia medicamentosa conforme prescrita.

A capacidade dada aos profissionais de saúde em acompanharem o uso das medicações por meio de dados estatísticos e gráficos também é uma vantagem crucial. Isso permite um monitoramento mais eficiente da saúde dos pacientes, com intervenções oportunas quando necessário (Aldeer, Javanmard, Martin. 2018). Em resumo, a solução proposta apresenta um enfoque inovador, unindo a programação personalizada de alertas, a monitorização da aderência e um custo acessível, propondo melhorias substanciais na administração de medicamentos domiciliares e no cuidado ao paciente.

Este dispositivo teve sua patente de invenção depositada junto ao INPI (Instituto Nacional da Propriedade Industrial) na categoria patente de invenção sob o número do processo: BR1020160201500.

DESIGN DO HARDWARE

Formato do dispositivo

A escolha do formato retangular e da disposição de quatro gavetas tem fundamentação ergonômica e prática. O formato retangular é amplamente reconhecido como ergonomicamente eficiente, pois encaixa-se facilmente na maioria dos espaços domésticos, ocupando pouco espaço em balcões ou prateleiras. Além disso, as quatro gavetas proporcionam uma organização natural visto o formato também retangular das

cartelas de medicamento, evitando assim, o contato entre o dispositivo e o medicamento, que é minimizado, visto que os comprimidos permanecem na sua embalagem original. Esta abordagem facilita a adoção e minimiza a burocracia quanto aos requisitos de biossegurança.

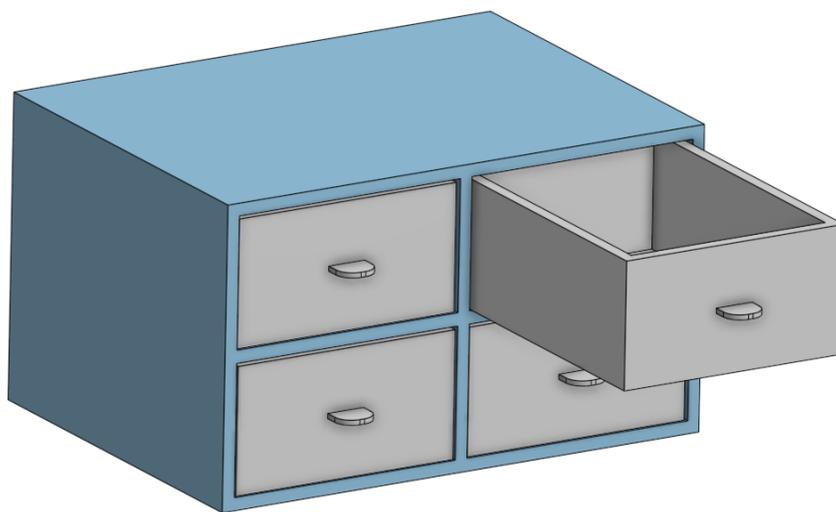


Figura 4 – Renderização em 3D do gaveteiro. Fonte: Autor.

No fundo do gaveteiro, existe um fundo falso, onde ficam alojados todos os eletrônicos, existem ainda quatro furos, um para cada gaveta, onde ficar localizado o LED emissor de luz, esses furos permitem a passagem da luz entre o fundo falso e a gaveta, que por ser feita de material transparente, mesma reflete a luz quando acionado o alarme visual.

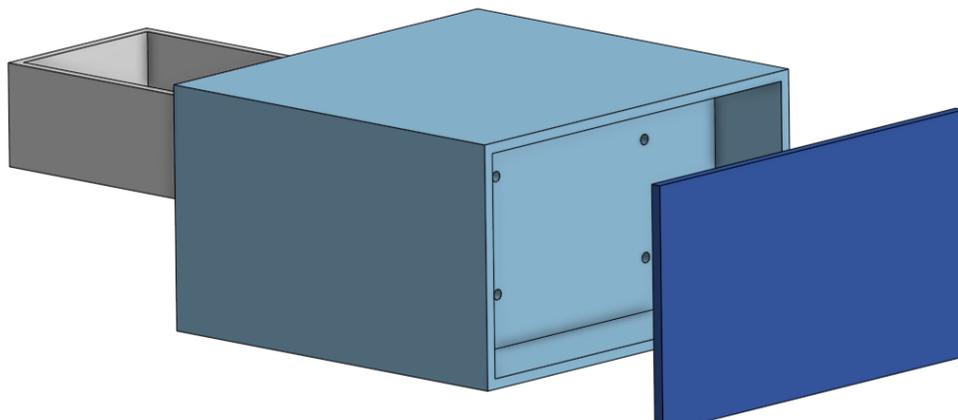


Figura 5 - Renderização 3D da vista explodida do fundo falso. Fonte: Autor.

Detecção de abertura da gaveta

Os sensores magnéticos foram escolhidos como a tecnologia para detectar a abertura das gavetas, devido a várias vantagens em relação a outros sensores, como sensores de luz ou de toque. Os sensores magnéticos são capazes de detectar a presença de campos magnéticos de um ímã ou bobina elétrica, nesse produto, um ímã fixado no fundo da gaveta gera o campo magnético necessário. A abertura da gaveta faz com que o campo magnético seja afastado do sensor e o fechamento da gaveta faz com que o campo magnético fique mais próximo do sensor.

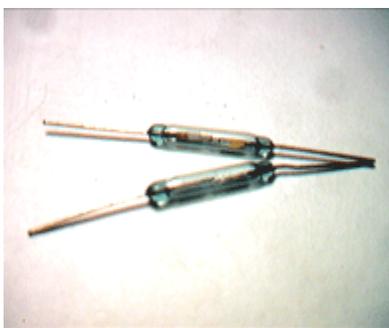


Figura 6 - Sensor Magnético do tipo Reed. Fonte: UFRGS.

Estes sensores são altamente confiáveis e resistentes ao desgaste, garantindo detecção precisa e durabilidade a longo prazo. Além disso, eles não dependem de condições de iluminação, o que os torna eficazes em qualquer ambiente. A detecção magnética é rápida e discreta, evitando interrupções no uso do dispositivo. Além disso, os sensores magnéticos permitem que a detecção seja realizada através da parede do fundo falso do dispositivo, permitindo assim que o compartimento dos eletrônicos fique praticamente isolado do resto do dispositivo, evitando quebras, umidade e posteriormente oxidação dos componentes eletrônicos.

Dispositivos de alerta visual e sonoro

Os dispositivos emissores de luz (*LEDs*) e sonoros foram incorporados ao dispositivo para fornecer alertas visuais e sonoros aos pacientes nos horários

programados para a administração de medicamentos. Essa escolha baseou-se na eficácia comprovada desses dispositivos em chamar a atenção dos usuários de maneira não intrusiva. Os LEDs oferecem feedback visual claro e podem ser facilmente personalizados para diferentes pacientes, inclusive os com alguma deficiência ou perda auditiva. Os alertas sonoros são úteis para pessoas com deficiência visual e servem como um lembrete audível discreto.



Figura 7 - Dispositivos emissores de luz (*LEDs*). Fonte: Mundo da elétrica.

Relógio de tempo real

O Relógio de tempo real ou *real time clock (RTC)* é um componente essencial no design deste dispositivo, esse circuito integrado é responsável por armazenar e manter ativo a contagem do tempo real, como horário, dia, mês e ano, esse circuito utiliza um cristal de quartz e uma bateria para garantir que seus dados continuarão sincronizados até em situações de falta de energia. A sua capacidade de garantir a sincronização precisa dos alertas, o registro de dados temporais e a confiabilidade a longo prazo são cruciais para a eficácia do dispositivo.

Microcontrolador programável

A escolha do microcontrolador programável é essencial para a funcionalidade e versatilidade do dispositivo. O microcontrolador é responsável pelo controle dos dispositivos de alerta, interpretação dos sensores magnéticos e programação personalizada. Sua flexibilidade permite que os pacientes personalizem seus horários de medicamentos de acordo com suas necessidades individuais.

Para essa escolha foram levados em consideração os seguintes requisitos: número de entradas e saídas necessárias, conectividade, baixo custo, facilidade de programação e disponibilidade.

Entradas e saídas necessárias: Para o acionamento dos leds são necessárias 4 portas de saída digitais capazes de alimentar cada um dos leds com aproximadamente 20mah. Para a detecção da abertura das gavetas através dos sensores magnéticos, são necessárias 4 portas de entrada digital ou 4 portas de entrada analógica. Para a companhia “*buzzer*” é necessária uma porta de saída digital. Para a comunicação com o relógio de tempo real DS1302 são necessárias 3 portas de entrada/saída digital para comunicação serial.

Conectividade: O principal meio de comunicação com o software desktop é feito através da comunicação serial, sendo assim, é necessário que o dispositivo disponha do hardware necessário para prover a comunicação serial a dois fios.

Baixo custo, disponibilidade e facilidade de programação: Diversos ecossistemas foram analisados, como a família ATmega e PIC18 da Microchip, ESP32 e ESP8266 da Espressif Systems e STM32 da STMicroelectronics, contudo, a família de controladores ATmega foi a selecionada para esse projeto, utilizando o microcontrolador ATmega328, principalmente pela disponibilidade das placas de desenvolvimento e da linguagem Arduino, amplamente disponíveis, de baixo custo e com ótima documentação. Além disso, a plataforma Arduino é de código aberto e dispõe de diversas bibliotecas que facilitam o desenvolvimento.

Placa de circuito impressa

Após realizados os testes em ambiente de desenvolvimento, onde foram verificadas as funcionalidades básicas em ambiente de prototipagem, utilizando a placa Arduino Uno, foi iniciada a criação da placa de circuito impressa. O primeiro passo no design da placa de circuito impresso é criar o esquemático do circuito. Isso envolve a seleção e posicionamento de todos os componentes necessários e a conexão entre eles, conforme a figura 8.

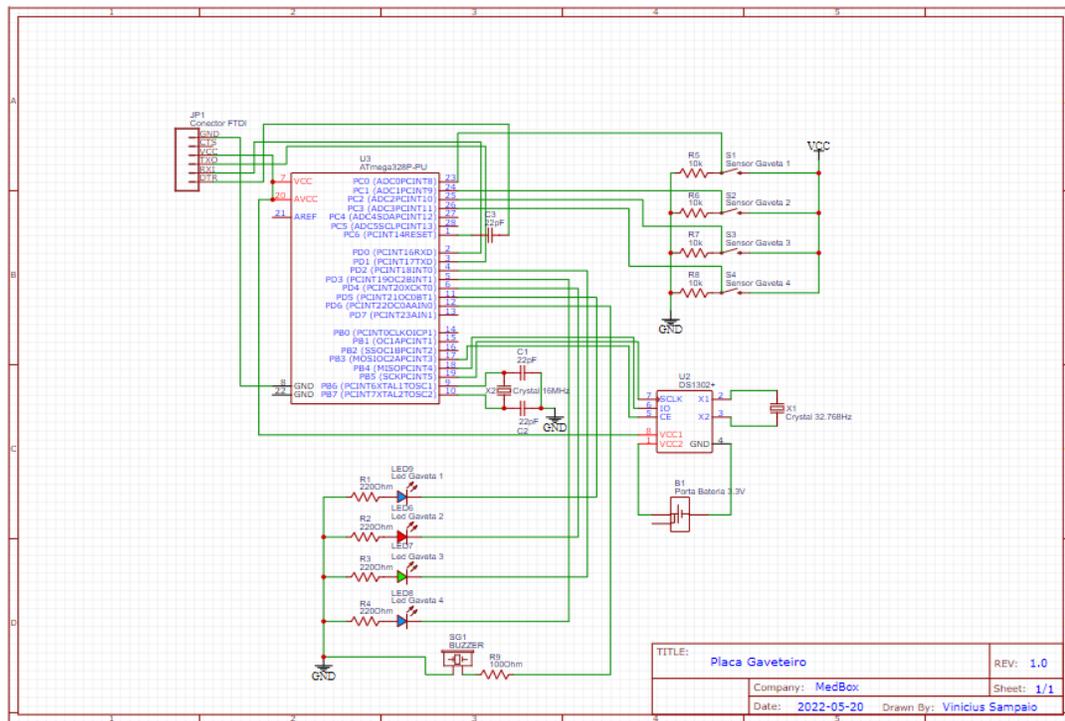


Figura 8 - Esquemático do circuito do dispositivo. Fonte: Autor

O software de design de placa de circuito impressa EasyEDA foi utilizado nessa etapa. Os componentes foram escolhidos com base na funcionalidade do circuito e suas especificações técnicas. Após a montar do esquemático, pode-se então localizar fisicamente os componentes na placa conforme a figura 9. Essa etapa é conhecida como "*placement*" e é crucial para o desempenho e a eficiência da placa. Os fatores a considerar incluem a interferência entre componentes, o fluxo de calor e a acessibilidade para soldagem e manutenção.

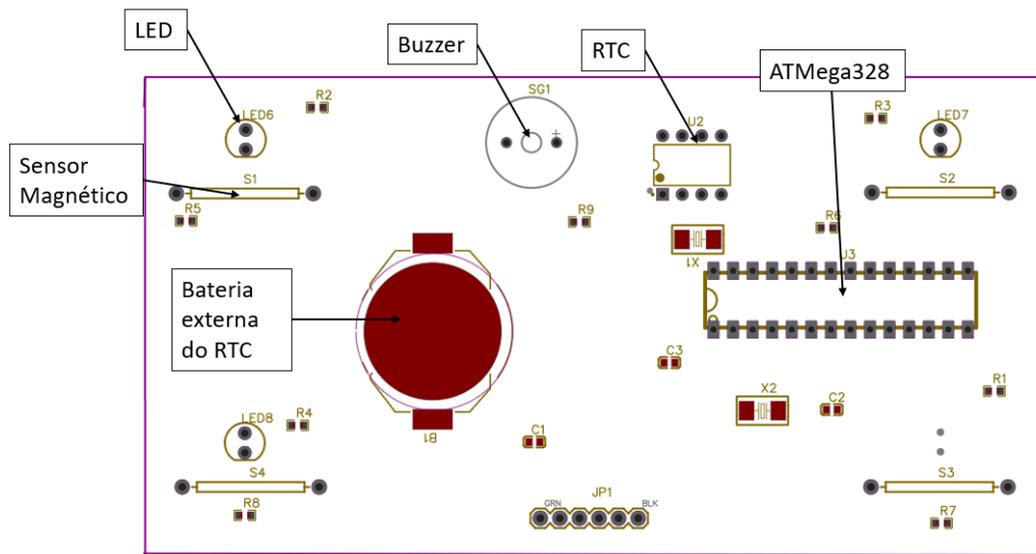


Figura 9 - Visão da localização dos componentes na PCB

Uma vez que os componentes estejam posicionados, o próximo passo é rotear os traços de conexão entre eles. Esses traços são caminhos condutores que permitem que os sinais elétricos fluam através da placa. A rota dos traços deve ser cuidadosamente planejada para evitar interferência eletromagnética, minimizar atrasos de sinal e manter a integridade do circuito. Porém, o roteamento manual dos traços pode ser um processo demorado e propenso a erros. Para otimizar essa etapa, muitos softwares de design de PCB oferecem a opção de roteamento automático. Definindo as regras e restrições, como largura mínima dos traços, distância entre traços, e áreas livres, e o software gera automaticamente a rota mais eficiente. Após o roteamento automático, o usuário pode fazer ajustes manuais, se necessário.

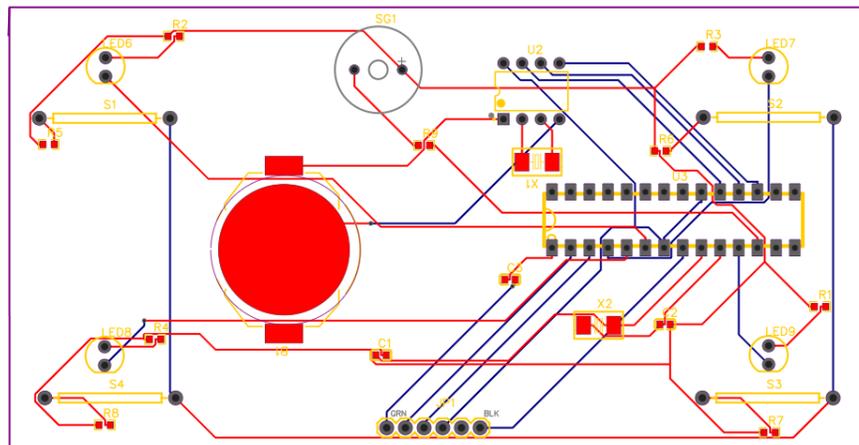


Figura 10 - PCB com os circuitos roteados. Fonte: Autor.

Finalmente, a placa está pronta para ser produzida, de forma manual ou automática, podemos inclusive, visualizá-la em 3D com alguns componentes para melhor visualização da placa final conforme a figura 11.

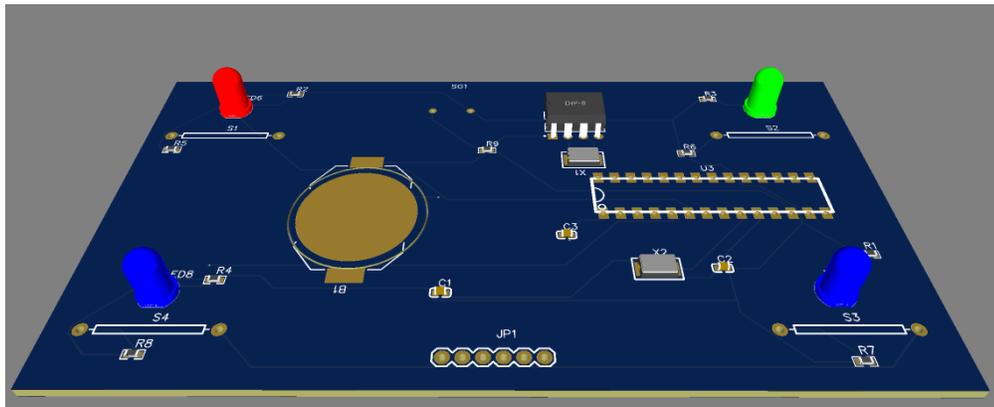


Figura 11 - Renderização 3D da PCB. Fonte: Autor.

DESIGN DO SOFTWARE

Design do Software Embarcado

O software embarcado desse dispositivo tem três funções principais, sendo elas: A programação dos horários para acionamento dos alertas, emissão dos alertas nos horários pré-determinados e detecção e registro da abertura das gavetas.

A programação dos horários acontece utilizando a comunicação serial entre o dispositivo e um computador, geralmente através da porta USB, utilizando um conversor Serial-USB já embarcado no dispositivo.

A emissão dos alertas funciona como uma máquina de estados, onde constantemente o sistema verifica se o horário atual é igual ao horário de algum alarme, caso negativo, nada é feito, caso positivo, a gaveta correspondente muda para o estado ativo e passa a emitir os alertas sonoro e visual, esse estado só revertido para inativo quando a abertura da gaveta é detectada ou quando o intervalo entre a dose atual e a

próxima é menor que um tempo pré-determinado, nesse caso os alertas são desligados e a dose é classificada como perdida.

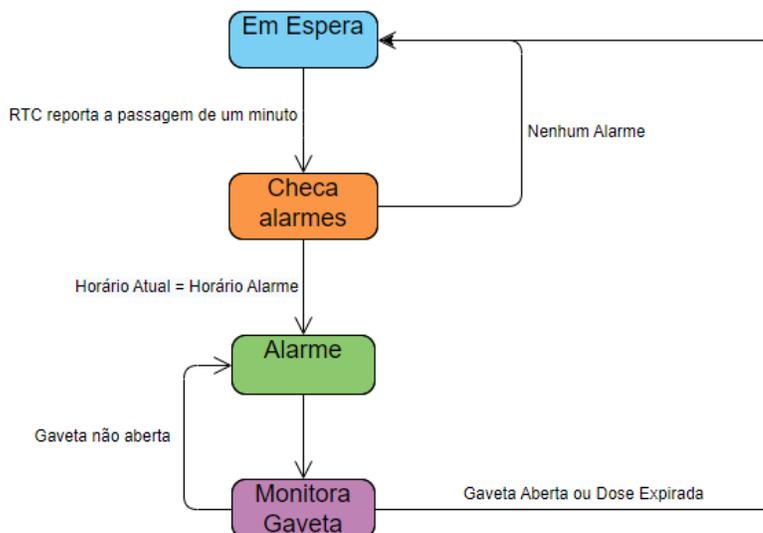


Figura 12 - Diagrama simplificado dos estados. Fonte: Autor.

A detecção e o registro das doses é uma das principais funcionalidades do dispositivo, para isso, o sistema foi projetado para que a cada abertura da gaveta seja detectado e que o horário da abertura seja armazenado. Ao conectar o dispositivo novamente ao computador, é possível através da comunicação serial, enviar todos os dados e gerar o relatório das doses, dando assim a possibilidade do acompanhamento das aberturas das gavetas e seus respectivos horários.

Os dados gerados podem ser utilizados por profissionais de saúde para avaliar a aderência terapêutica do paciente ao tratamento, além de proporcionar a monitorização de por exemplo, idosos com dificuldade de memória.

Design do Software Desktop

A primeira função do software desktop é a programação de doses e horários para a administração de medicamentos. Isso é vital para garantir que o dispositivo emita alertas nos momentos corretos. A programação envolve a seleção de medicamentos, a especificação dos horários de administração, a definição da frequência e duração do

tratamento, bem como a configuração dos alertas. A flexibilidade dessa função permite que os pacientes personalizem seus regimes medicamentosos de acordo com suas necessidades, promovendo assim a aderência terapêutica.

Form1

Conectar []

Sincronizar Alarmes Gravar Alarme

	Nome	Dose	Posologia	1 Dose Hora	1 Dose Minutos
Gaveta 1	Captopril	10mg	12/12hrs	06	30
Gaveta 2	Metformina	10mg	24/24hrs	06	30
Gaveta 3	Anlodipino	20mg	24/24hrs	06	30
Gaveta 4	AS	100mg	24/24hrs	06	30

Figura 13 - Protótipo do Software Desktop. Fonte: Autor.

A segunda função do software desktop é a coleta de dados e a geração de relatórios de monitorização. O software registra a abertura das gavetas do dispositivo eletrônico, indicando a administração dos medicamentos. Os relatórios incluem um registro detalhado de aderência, mostrando quais medicamentos foram tomados conforme o programa e quais podem ter sido perdidos. Gráficos e estatísticas são utilizados para destacar padrões de aderência ao longo do tempo, oferecendo uma análise aprofundada.

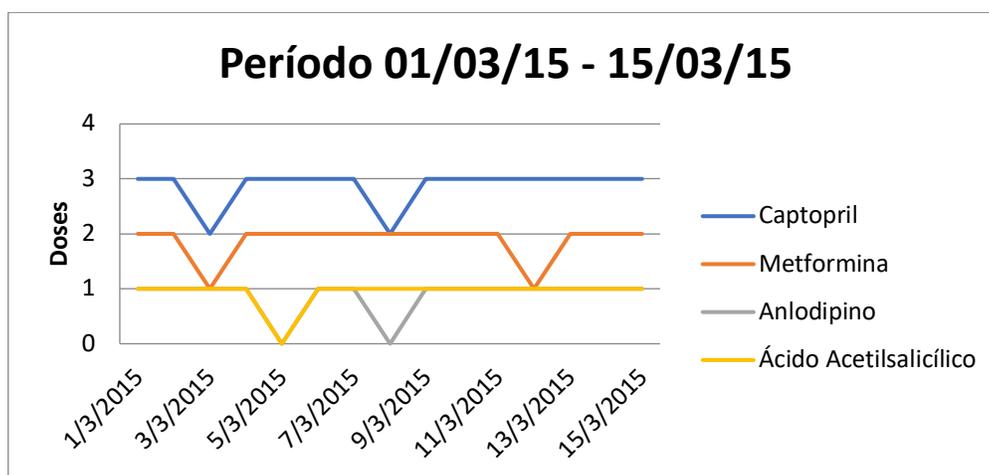


Figura 14 - Exemplo de relatório gráfico. Fonte: Autor.

PRÓXIMOS PASSOS

Industrialização

A industrialização do dispositivo proposto para monitorização da aderência terapêutica domiciliar enfrenta desafios multidisciplinares. A transição da fase de prototipagem para a produção em larga escala exige considerações minuciosas, desde a otimização do design para produção até a seleção de materiais e processos de fabricação adequados. A garantia de que o dispositivo mantenha sua funcionalidade, precisão e durabilidade ao ser fabricado em escala industrial requer uma abordagem criteriosa. A integração dos componentes eletrônicos, a montagem eficiente das placas de circuito impresso e a garantia de qualidade na produção em massa são fatores críticos a serem superados nesse processo.

Os testes para assegurar a confiabilidade e funcionalidade do dispositivo são etapas cruciais antes da sua introdução no mercado. Isso inclui testes de desempenho eletrônico, verificação de cada componente, avaliação da durabilidade dos sensores magnéticos e dos alertas luminosos e sonoros, além da validação da precisão do RTC. Testes de vida útil, resistência a ambientes variados e análises de falhas são fundamentais para garantir a durabilidade e confiabilidade operacional do dispositivo em condições do mundo real. Além disso, testes de integração do software embarcado e do software desktop são necessários para garantir a consistência na comunicação e funcionalidade entre os dois sistemas.

Portanto, a industrialização bem-sucedida desse dispositivo requer não apenas uma abordagem técnica sólida, mas também uma análise criteriosa da viabilidade econômica e logística da produção em massa. A condução de testes rigorosos, que abrangem aspectos técnicos, funcionais e operacionais, é necessário para garantir que o dispositivo atenda às expectativas dos usuários, garantindo segurança, confiabilidade e eficácia na monitorização da aderência terapêutica domiciliar. O aprimoramento contínuo por meio de feedbacks dos usuários e atualizações tecnológicas pode contribuir significativamente para a evolução constante do dispositivo, fortalecendo seu papel como

uma solução confiável e eficaz para melhorar a aderência terapêutica e, por conseguinte, a qualidade de vida dos pacientes.

Regulação

Por se tratar de um equipamento médico, requisitos regulatórios precisam ser considerados para garantir sua eficácia, segurança e conformidade com as normativas. Primeiramente, é fundamental observar as diretrizes estabelecidas por órgãos reguladores, como a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) no Brasil, a *Food and Drug Administration* (FDA) nos Estados Unidos e a *European Union's Medical Device Regulation* (MDR) na União Europeia, entre outros, que estabelecem padrões e normas para dispositivos médicos. Isso inclui a obtenção de licenças, autorizações e registros necessários para a fabricação e comercialização do dispositivo.

Além disso, é imprescindível realizar testes e estudos clínicos para comprovar a eficácia e segurança do dispositivo, bem como a precisão de suas funcionalidades, como a administração correta de medicamentos e a coleta precisa de dados de aderência terapêutica. Esses estudos devem seguir protocolos específicos e padrões aceitos internacionalmente, garantindo a validade e confiabilidade dos resultados. O processo regulatório para dispositivos médicos é complexo e exige o cumprimento de diversas exigências para garantir a eficácia, segurança e conformidade do dispositivo com as normas estabelecidas.

Outro aspecto a ser considerado são os desafios éticos, pois envolvem a privacidade e autonomia do paciente, a coleta contínua de dados sobre o uso de medicamentos pode ser interpretada como intrusiva, mesmo que tenha finalidade terapêutica. É necessário garantir que o paciente dê consentimento a respeito da coleta, armazenamento e uso desses dados, respeitando seu direito à privacidade.

A conformidade a lei geral de proteção de dados nº 13.709/2018 também precisa ser considerada, visto que as informações coletadas podem incluir detalhes sensíveis sobre a saúde do paciente. O dispositivo precisa adotar medidas de segurança robustas para proteger esses dados, incluindo criptografia, políticas de acesso restrito etc.

Novas tecnologias

Os próximos passos no aprimoramento deste dispositivo, incluem a integração de tecnologias emergentes, como Internet das Coisas (IoT) e automação residencial (domótica). A aplicação da IoT pode permitir a conexão do dispositivo a uma rede, possibilitando a comunicação remota entre o aparelho e dispositivos móveis, como smartphones ou tablets. Essa integração permitirá que os pacientes recebam alertas personalizados quando estão longe do dispositivo, relatórios de aderência e informações sobre suas terapias medicamentosas em tempo real, facilitando o acompanhamento da administração dos medicamentos.

Além disso, a implementação de Inteligência Artificial (IA) pode melhorar significativamente a funcionalidade do dispositivo. Com a IA, o dispositivo pode aprender e se adaptar aos padrões de administração de medicamentos do paciente, otimizando os lembretes e adaptando-se a possíveis mudanças na rotina do usuário. A IA também pode oferecer insights valiosos ao analisar os dados coletados, identificando padrões de comportamento, detectando possíveis problemas na aderência terapêutica e fornecendo sugestões para melhorar o cumprimento das prescrições médicas.

Ademais, as integrações com sistemas de saúde e prontuários eletrônicos podem ser exploradas para proporcionar um acompanhamento mais abrangente. A integração do dispositivo com registros médicos eletrônicos permitirá que profissionais de saúde tenham acesso às informações sobre a aderência terapêutica do paciente em tempo real, facilitando intervenções oportunas e ajustes nas terapias, se necessário. Essas integrações podem contribuir para uma gestão mais eficaz do tratamento, promovendo a colaboração entre pacientes, cuidadores e profissionais de saúde.

REFERÊNCIAS

AHMAD, Armghan; CHIU, Venus ; ARAIN, Mubashir Aslam. Users' Perceptions of an in-Home Electronic Medication Dispensing System: A Qualitative Study. **Medical Devices: Evidence and Research**, v. Volume 13, p. 31–39, 2020.

ALDEER, Murtadha; JAVANMARD, Mehdi ; MARTIN, Richard. A Review of Medication Adherence Monitoring Technologies. **Applied System Innovation**, v. 1, n. 2, p. 14, 2018.

BRASIL. Lei nº 13.709, de 14 de agosto de 2018. **Lei Geral de Proteção de Dados Pessoais (LGPD)**. Brasília, DF: Presidência da República, [2020].

CINTRA, F. A.; GUARIENTO, M. E.; MIYASAKI, L. A. Adesão medicamentosa em idosos em seguimento ambulatorial. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 15, n. suppl 3, p. 3507–3515, 2010.

CONTRERAS, Emilio Márquez; GARCÍA, Onofre Vegazo; CLAROS, Nieves Martel; *et al.* Efficacy of telephone and mail intervention in patient compliance with antihypertensive drugs in hypertension. ETECUM-HTA study. **Blood Pressure**, v. 14, n. 3, p. 151–158, 2005.

CRAMER, J. A.; BENEDICT, Á.; MUSZBEK, N.; *et al.* The significance of compliance and persistence in the treatment of diabetes, hypertension and dyslipidaemia: a review. **International Journal of Clinical Practice**, v. 62, n. 1, p. 76–87, 2008.

E-PILL MEDICATION REMINDERS. 4 Alarm Pocket Pillbox. Disponível em: <<https://www.epill.com/4alarmpocket.html>>. Acesso em: 23 nov. 2023.

FANG, Kerry Y.; MAEDER, Anthony J. ; BJERING, Heidi. **Current Trends in Electronic Medication Reminders for Self Care**. [s.l.]: IOS Press, 2016. Disponível em: <<https://ebooks.iospress.nl/publication/45675>>. Acesso em: 23 nov. 2023.

KAMIMURA, Tomoko; ISHIWATA, Rina ; INOUE, Takenobu. Medication Reminder Device for the Elderly Patients With Mild Cognitive Impairment. **American Journal of**

Alzheimer's Disease & Other Dementias®, v. 27, n. 4, p. 238–242, 2012.

LIVEFINE. Smart WiFi Automatic Pill Dispenser. Disponível em: <<https://www.livefineproducts.com/products/smart-wifi-automatic-pill-dispenser>>. Acesso em: 23 nov. 2023.

MUNDO DA ELÉTRICA. O que é um LED?. Disponível em: <<https://www.mundodaeletrica.com.br/o-que-e-um-led/>>. Acesso em: 23 nov. 2023.

ORGANIZAÇÃO MUNDIAL DA SAÚDE. **Adherence to long-term therapies: Evidence for action**. 2003.

PATEL, Samir; JACOBUS-KANTOR, Laura; MARSHALL, Lorraine; *et al.* Mobilizing Your Medications: An Automated Medication Reminder Application for Mobile Phones and Hypertension Medication Adherence in a High-Risk Urban Population. **Journal of Diabetes Science and Technology**, v. 7, n. 3, p. 630–639, 2013.

RAMOS, L. R.; TAVARES, N. U. L.; BERTOLDI, A. D.; *et al.* Polifarmácia e polimorbidade em idosos no Brasil: um desafio em saúde pública. **Revista de Saúde Pública**, v. 50, n. suppl 2, 2016.

UFRGS. Sensores Reed Switch. Disponível em: <<https://ppgenfis.if.ufrgs.br/mef004/20061/Cesar/SENSORES-Reed-switch.html>>. Acesso em: 16 dez. 2023.