

RemindMed

Gabriel Baum de Witt * Murillo Mattos ** Maria Clara
Almeida***

**Faculdade de Engenharia Eletrônica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, PR, (e-mail: gabrielwitt@alunos.utfpr.edu.br)*

***Faculdade de Engenharia da Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, PR, (e-mail: murillomattos@alunos.utfpr.edu.br)*

****Faculdade de Engenharia da Computação, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, PR, (e-mail: mariaa.2024@alunos.utfpr.edu.br)*

Abstract: Medication adherence is one of the main challenges faced by patients undergoing continuous or controlled drug treatments. Difficulties in maintaining a regular administration schedule—whether due to forgetfulness or external factors—can compromise therapeutic efficacy. Studies show that, in addition to antibiotics, medications such as antidepressants yield better outcomes when taken at consistent times. In response to this issue, this article proposes the development of an automated device designed to dispense medication at pre-programmed times, accompanied by auditory and visual alerts to ensure patient adherence. The proposed solution aims to promote greater autonomy, safety, and effectiveness in pharmacological administration.

Resumo: A adesão ao tratamento medicamentoso é um dos principais desafios enfrentados por pacientes em uso contínuo de fármacos, especialmente aqueles sob prescrição controlada. A dificuldade em manter uma rotina regular de administração, seja por esquecimento ou por fatores externos, compromete a eficácia terapêutica. Estudos indicam que, além de antibióticos, medicamentos como antidepressivos apresentam melhores resultados quando administrados em horários consistentes. Diante desse cenário, este artigo propõe o desenvolvimento de um dispositivo automatizado capaz de liberar os medicamentos em horários previamente programados, acompanhado de alertas sonoros e visuais para garantir a adesão do paciente ao tratamento. A solução visa promover maior autonomia, segurança e eficácia na administração farmacológica.

Keywords: Digital health; Smart pill dispenser; Internet of Things in Healthcare; Assistive technology; Medication alert system.

Palavras chave: Saúde digital; Dispensador inteligente de medicamentos; Internet das Coisas em Saúde; Tecnologia assistiva; Alerta de medicação.

1 Introdução

A adesão rigorosa ao tratamento medicamentoso é fator determinante para o êxito terapêutico, especialmente em regimes que exigem precisão temporal, como é o caso da administração de antibióticos e certas classes de antidepressivos. A eficácia desses fármacos está diretamente relacionada à pontualidade e regularidade de suas doses, uma vez que falhas nesse processo podem resultar não apenas no atraso do tratamento, mas também no agravamento do quadro clínico. Em um cenário contemporâneo, contudo, caracterizado pela sobrecarga de estímulos e pela frag-

mentação da atenção, manter uma rotina farmacológica organizada revela-se um desafio considerável para grande parte da população.

Nesse contexto, torna-se imprescindível o desenvolvimento de soluções tecnológicas que promovam o autocuidado de maneira autônoma e confiável. Entre as inovações recentes, destaca-se o avanço dos dispositivos inteligentes conectados, impulsionados pela Internet das Coisas (IoT), que integram funcionalidades práticas com elementos de interatividade e monitoramento remoto, favorecendo a adesão ao tratamento e o acompanhamento da saúde de forma contínua e

personalizada.

O presente projeto propõe a criação de um sistema automatizado denominado RemindMed, concebido para armazenar, controlar e dispensar medicamentos de forma programada, com especial atenção àqueles de uso controlado e horário rígido, como os antibióticos. O dispositivo em questão combina alertas visuais e sonoros com uma interface simplificada, permitindo que o usuário configure até três horários distintos de notificação por dia. Essa estrutura visa atender não apenas ao público em geral, mas também indivíduos com condições que afetam a memória e a organização pessoal — como Transtorno de Déficit de Atenção e Hiperatividade (TDAH), depressão, Alzheimer, entre outros.

O funcionamento do RemindMed é organizado em ciclos semanais: o usuário abastece o dispositivo com os comprimidos da semana em compartimentos identificados de segunda a domingo. O sistema então libera, de forma automatizada, a dose correspondente ao dia, enquanto emite lembretes periódicos ao longo das horas predefinidas para a ingestão dos medicamentos. Essa abordagem busca não apenas otimizar a rotina terapêutica dos pacientes, mas também mitigar os riscos associados à automedicação e ao uso inconsistente de antibióticos — um problema de saúde pública amplamente reconhecido.

Ao promover uma experiência de uso simples, segura e eficiente, o RemindMed representa um passo significativo na direção de uma saúde mais conectada, preventiva e centrada no paciente, em que a tecnologia atua como aliada fundamental na promoção da adesão terapêutica e no combate à resistência bacteriana.

2 Trabalhos Relacionados

Nessa sessão, discutiremos alguns trabalhos relacionados ao tema, que foram inspiração para a idealização e implementação do RemindMed. Esta análise crítica de estudos permitirá uma compreensão mais ampla do contexto em que o RemindMED está inserido, destacando a diversidade e a profundidade das contribuições anteriores que influenciaram o desenvolvimento de tecnologias voltadas à adesão medicamentosa assistida por dispositivos eletrônicos.

2.1 In - Home Smart Medication Dispenser – Spencer

(Patel T, Ivo J, Pitre T, Faisal S, Antunes K, Oda K. *An In-Home Medication Dispensing System to Support Medication Adherence for Patients*

With Chronic Conditions in the Community Setting: Prospective Observational Pilot Study. JMIR Form Res. 2022 May 19;6(5):e34906. doi: 10.2196/34906. PMID: 35587371; PMCID: PMC9164090.)

Entre os estudos recentes sobre tecnologias para adesão medicamentosa, destaca-se a pesquisa com o dispositivo Spencer, um sistema automatizado que emite alertas e monitora a administração de medicamentos em tempo real. Realizado durante seis meses com 58 participantes e seus cuidadores, o estudo avaliou a eficácia, usabilidade e impacto do dispositivo.

Os resultados foram positivos, com taxa média de adesão de 98%, alta usabilidade (85,74 na System Usability Scale) e 96% dos usuários considerando o dispositivo fácil de usar. Além disso, houve redução significativa na sobrecarga dos cuidadores, evidenciando o potencial de tecnologias conectadas para apoiar o tratamento domiciliar.

O caso Spencer reforça a importância de soluções automatizadas e acessíveis no cuidado contínuo. Nesse contexto, o RemindMed compartilha princípios semelhantes, como a liberação programada de medicamentos, emissão de alertas e promoção da autonomia no autocuidado, especialmente em tratamentos de uso crônico ou controlado.

2.2 SPEC 2.0 – Smart Pill Expert System Based on IoT

(Dayananda, P., Upadhyay, A.G. *Development of Smart Pill Expert System Based on IoT.J. Inst. Eng. India Ser. B105, 457-467 (2024). https://doi.org/10.1007/s40031-023-00956-2*)

O SPEC 2.0 é um sistema inteligente de dispensação automática de medicamentos, integrado à Internet das Coisas (IoT) na área da saúde. Projetado para oferecer segurança, precisão e facilidade de uso, destaca-se por sua interface acessível via aplicativo Android gratuito, que envia alertas em tempo real e mensagens SMS sobre a administração das doses, além de prevenir superdosagens.

Entre seus diferenciais estão mecanismos de segurança para controle rigoroso das doses e a realização de testes diários automáticos, que garantem a confiabilidade e a regularidade do sistema, reforçando sua eficácia no apoio à adesão terapêutica.

Embora mais simples, o RemindMed compartilha com o SPEC 2.0 a proposta de utilizar tecnologia embarcada para organizar o tratamento medicamentoso e reduzir falhas na administração. O estudo do SPEC 2.0 serve como referência para possíveis melhorias no RemindMed, como validação contínua do funcionamento e maior conectividade móvel.

3 Metodologia

O protótipo do RemindMed foi desenvolvido com foco na simplicidade operacional e na confiabilidade técnica, utilizando uma arquitetura baseada em microcontrolador para coordenar as funções de controle, alerta e liberação de medicamentos. Como unidade central de processamento, foi adotado o Arduino UNO, responsável pela integração de todos os módulos do sistema. Para garantir precisão na gestão dos horários de tomada, utilizou-se um módulo RTC (Real Time Clock), que fornece a base temporal para o disparo dos lembretes programados.

A configuração dos horários é feita diretamente no dispositivo, por meio de três botões físicos, com retorno visual proporcionado por um display LCD 16x2, que exibe informações de configuração e status do sistema. O usuário pode programar até três alertas diários, conforme sua necessidade terapêutica.

O sistema de alerta combina sinais sonoros, emitidos por um buzzer, com sinais visuais no display, de forma a reforçar a notificação mesmo em contextos de distração ou ruído ambiental. Para a movimentação dos compartimentos e liberação dos comprimidos, empregou-se um motor de passo, acionado por meio de um driver ULN2003, garantindo precisão e confiabilidade no posicionamento dos recipientes de medicação.

Complementando a estrutura, o projeto incorpora um módulo Bluetooth HC-06, que estabelece a base para futuras expansões voltadas à conectividade com dispositivos móveis, potencializando sua integração no ecossistema da Internet das Coisas (IoT) e ampliando as possibilidades de monitoramento remoto e controle externo. Nesse momento, é possível programar os horários também via aplicativo mobile.

Toda a estrutura física do RemindMed — incluindo o suporte dos compartimentos, alojamento dos componentes eletrônicos e tampa protetora — foi projetada e produzida por meio de tecnologia de impressão 3D. Esse processo permitiu a criação de um design funcional e personalizado, otimizando o encaixe dos elementos internos e garantindo estabilidade mecânica ao sistema como um todo.

Essa metodologia de implementação buscou alinhar componentes de baixo custo e fácil acesso a uma proposta de impacto social relevante, priorizando a viabilidade técnica e a usabilidade para o público-alvo.

A construção do projeto pode ser dividida em 4 partes: impressão 3D, montagem do circuito elétrico, programação do Arduino e programação do aplicativo mobile. A seguir, este documento detalhará cada uma dessas sessões.

3.1 Impressão 3D

A modelagem tridimensional do RemindMed foi realizada no SolidWorks, permitindo visualizar e ajustar com precisão cada peça. O projeto foi dividido em três partes principais: corpo externo, compartimentos internos e disco rotatório responsável pela liberação dos medicamentos.

O corpo principal foi projetado como uma estrutura cilíndrica, com paredes espessas o suficiente para garantir resistência mecânica, mas mantendo a viabilidade de impressão 3D. Internamente, um tubo vertical conduz os comprimidos até uma pequena gaveta, acessada pelo usuário para retirada do medicamento. Esse tubo é conectado e centralizado em relação ao disco giratório, facilitando o direcionamento dos comprimidos conforme o sistema é acionado.

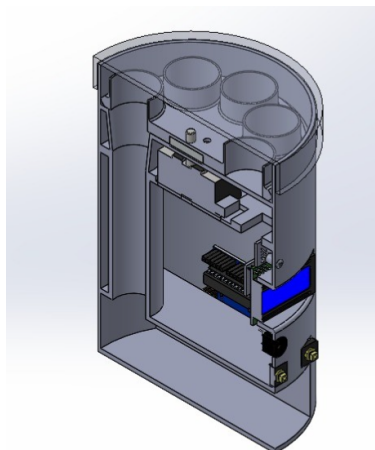


Figura 1: visão da modelagem da parte interna

Na parte superior do dispensador, o disco giratório, também modelado no SolidWorks, possui sete divisões internas, cada uma correspondente a um dia da semana. Os compartimentos são preenchidos individualmente e, a cada acionamento, o disco rotaciona com precisão até alinhar a abertura do compartimento sobre um funil interno, que conduz a dose ao tubo de descida. Esse mecanismo, semelhante a uma “roleta” controlada por motor de passo, assegura que apenas o compartimento correto seja liberado a cada dia, minimizando riscos de erro na medicação.

A fabricação do protótipo utilizou tecnologia de impressão 3D FDM com filamento PLA, escolhido pela boa resistência e facilidade de produção. As peças foram impressas por encomenda, com custo total de R\$ 180,00, e posteriormente lixadas e ajustadas manualmente para garantir encaixes precisos e bom funcionamento. Esse processo permitiu a montagem de um protótipo funcional para testes mecânicos antes da integração com os componentes eletrônicos.

3.2 Montagem do Circuito Elétrico

A montagem elétrica do Remind Med foi baseada em um circuito centralizado no microcontrolador Arduino Uno. Inicialmente, foi desenvolvido um esquemático elétrico do circuito, para se ter uma noção maior de onde cada ligação seria feita, bem como planejamento de toda a carga necessária de cada componente do projeto.

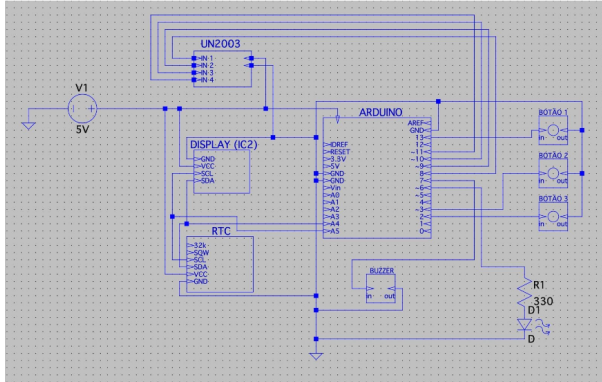


Figura 2: esquemático elétrico

Em seguida, a prototipagem foi realizada em uma protoboard, o que permitiu testar a funcionalidade individual de cada componente e a integração entre eles antes da montagem definitiva em placa soldada.

O controle de liberação dos medicamentos foi implementado com o uso de um motor de passo 28BYJ-48, acionado por meio do driver ULN2003. O motor sempre gira $1/8$ de volta, isto é, 45 graus, garantindo a precisão da liberação de apenas um compartimento por dia da semana.

Para o gerenciamento do tempo e dos alarmes, foi utilizado o módulo RTC DS3231, que se comunica com o Arduino através do protocolo I2C, utilizando os pinos A4 (SDA) e A5 (SCL). Esses mesmos pinos também foram utilizados para o display LCD 16x2, com interface I2C, otimizando a quantidade de conexões e permitindo uma comunicação simultânea com os dois dispositivos. O display mostra as informações principais ao usuário, como horário atual e alarmes programados. Três botões físicos foram conectados aos pinos digitais 2, 3 e 13, permitindo a navegação nos menus e a configuração manual dos horários diretamente no dispositivo.

Um buzzer piezoelétrico foi adicionado ao circuito para emitir alertas sonoros nos horários programados. Um LED, em série com um resistor de 330 ohms, também foi incluído como indicador visual. Por fim, o módulo Bluetooth HC-06 foi incorporado ao projeto para permitir a comunicação com um aplicativo externo, possibilitando a configuração remota dos alarmes e funcionalidades sem a necessidade de interação direta com os botões físicos.

Após a validação completa do circuito em protoboard, todos os componentes foram cuidadosamente soldados em uma placa de circuito padrão (PCB perfurada).

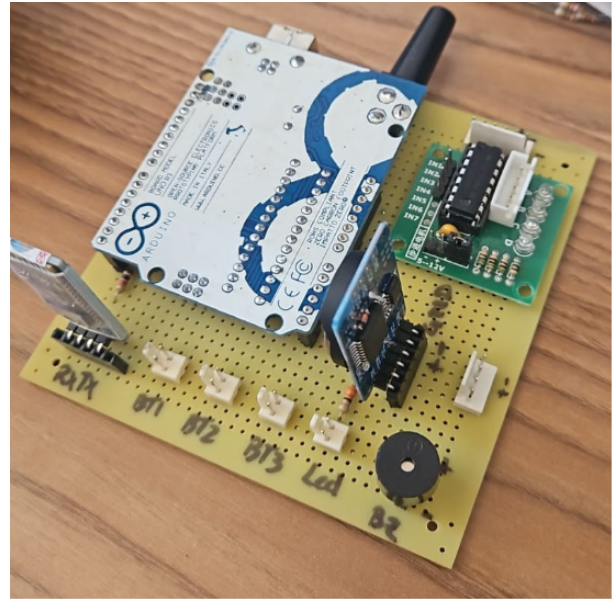


Figura 3: montagem na placa universal

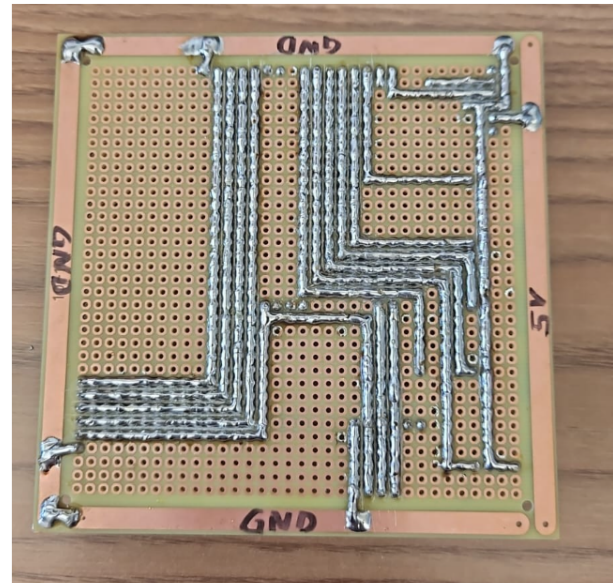


Figura 4: soldas na placa universal



Figura 5: interior finalizado

3.3 Programação do Arduino

A programação do sistema embarcado do Remind-Med foi realizada utilizando a linguagem C++ na plataforma Arduino IDE. O objetivo do código é permitir que o usuário configure um horário de liberação de medicamentos, armazenar essa informação de forma persistente e executar automaticamente a liberação no horário programado. A estrutura do programa foi organizada em três seções principais: inicialização dos componentes no `setup()`, exibição e configuração de horário, e execução das ações programadas no `loop()` principal.

Na fase de inicialização (`setup()`), são configurados os pinos de entrada e saída, os periféricos como o motor de passo (via biblioteca `Stepper`), o display LCD com interface I2C (`LiquidCrystal I2C`) e o módulo de relógio em tempo real (RTC DS3231, da biblioteca `RTClib`). Também são iniciadas a comunicação serial e o barramento I2C para garantir a integração entre os módulos. Durante a inicialização, o sistema verifica a presença do RTC e carrega os valores de hora e minuto previamente salvos na memória EEPROM, garantindo que o horário de liberação persista mesmo após o desligamento do dispositivo.

Para a interface com o usuário, foram implementados três botões físicos com resistores pull-up internos. Cada botão tem uma função específica: o botão amarelo incrementa a hora (`setHour`), o botão

verde incrementa os minutos (`setMinute`), e o botão azul confirma a configuração, salvando os dados na EEPROM. A cada alteração, o horário de liberação configurado é exibido no LCD em tempo real, permitindo ao usuário visualizar suas escolhas com clareza. A confirmação gera uma mensagem visual no display, informando que o horário foi armazenado com sucesso.

A lógica de liberação do medicamento é baseada na comparação entre o horário atual, obtido do RTC, e o horário programado pelo usuário. Quando há coincidência de horas, minutos e segundos, o sistema emite três sinais sonoros de alerta com frequências crescentes por meio do buzzer (`tone()`), sincronizados com o acionamento de um LED azul. Em seguida, o motor de passo gira 1/8 de volta (45 graus), liberando o compartimento correspondente do disco giratório. Um pequeno atraso (`delay`) é incluído para evitar múltiplas ativações em um mesmo minuto.

O uso da memória EEPROM se mostra fundamental para garantir a confiabilidade do sistema em longo prazo. Com apenas dois endereços de memória, os valores de hora e minuto são gravados, assegurando que o sistema continue funcional mesmo em caso de desligamento. A programação foi desenvolvida para ser simples, robusta e acessível, priorizando a interação direta com o usuário e a confiabilidade na execução das tarefas críticas de liberação e notificação. Essa abordagem garante que o RemindMed seja funcional, intuitivo e adequado ao seu propósito assistivo.

3.4 Programação Aplicativo Mobile

Por fim, um aplicativo mobile foi integrado ao projeto a fim de permitir ao usuário a programação do horário de liberação do remédio e a configuração de diversos alarmes que funcionam como lembretes para os fármacos a serem administrados ao longo do dia. A comunicação entre o aplicativo e o dispositivo físico é realizada por meio de um módulo Bluetooth HC-06, que estabelece uma conexão serial com o microcontrolador Arduino, possibilitando a troca de dados em tempo real.

A programação do aplicativo foi realizada utilizando tecnologias web modernas, com HTML, CSS e JavaScript, integradas ao framework Capacitor, que permite a conversão do projeto em um aplicativo nativo para Android. Essa abordagem facilitou a criação de uma interface acessível e responsiva, ao mesmo tempo em que garantiu compatibilidade com os recursos do sistema operacional móvel, como o gerenciamento de permissões e o uso do Bluetooth.

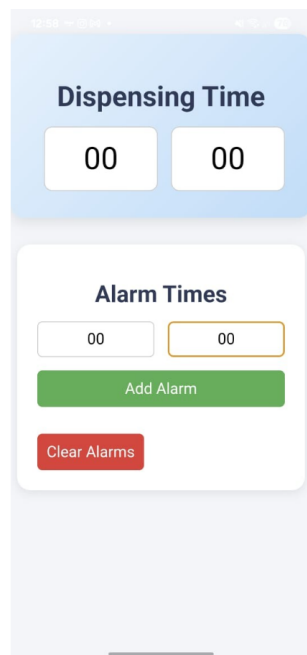


Figura 6: interface do app mobile

4 Resultados

Os testes iniciais com o protótipo do RemindMed demonstraram que o sistema é capaz de realizar a liberação automatizada dos medicamentos de acordo com os horários programados, com precisão temporal e mecânica. A integração entre o módulo RTC e o motor de passo garantiu o funcionamento sincronizado entre a leitura do tempo e o acionamento do disco rotatório, permitindo que os compartimentos fossem liberados corretamente nos momentos determinados. Além disso, os alertas sonoros e visuais mostraram-se eficazes na notificação do usuário, mesmo em ambientes com ruído moderado.

A interface de configuração diretamente no dispositivo, por meio dos botões físicos e do display LCD, provou ser funcional e de fácil compreensão para os usuários. A possibilidade de armazenar os horários programados na memória EEPROM garantiu que as configurações fossem mantidas mesmo após o desligamento do sistema, o que aumentou a confiabilidade do dispositivo para uso diário. O design físico do protótipo, desenvolvido em impressão 3D, apresentou boa resistência e precisão no encaixe das peças, permitindo fácil acesso aos compartimentos e manutenção interna dos componentes.

A funcionalidade de configuração remota via aplicativo mobile foi testada com sucesso, demonstrando comunicação eficiente com o Arduino através do módulo Bluetooth. O aplicativo mostrou-se responsivo e intuitivo, permitindo ao usuário configurar múltiplos

alarmes de forma rápida e segura. A integração entre hardware e software ampliou significativamente a usabilidade do sistema, abrindo caminho para futuras funcionalidades, como o envio de notificações push ou relatórios de adesão terapêutica.

5 Conclusões

No geral, o sistema RemindMed atendeu aos objetivos propostos, oferecendo uma solução prática e tecnicamente viável para o problema da adesão medicamentosa. A combinação entre automação, conectividade e acessibilidade técnica resultou em um dispositivo funcional, com potencial de impacto real na rotina de pacientes que dependem de tratamentos com horários rigorosos. O projeto também se mostrou promissor para futuras melhorias, como conectividade com a nuvem, integração com sistemas de saúde e funcionalidades de monitoramento remoto por cuidadores ou profissionais da área médica.

A utilização de componentes amplamente disponíveis, como o Arduino Uno, RTC, motores de passo e módulos Bluetooth, mostrou-se eficaz na construção de um sistema funcional, confiável e adaptável a diferentes perfis de usuários.

O projeto destaca-se não apenas pelo seu aspecto técnico, mas também pela sua abordagem centrada no usuário. Desde o design físico, pensado para facilitar o manuseio e a organização semanal dos medicamentos, até a programação do aplicativo mobile, que visa oferecer uma alternativa moderna e prática à configuração manual, todas as decisões foram orientadas pela usabilidade. Essa preocupação garante que o RemindMed possa ser utilizado por públicos diversos, incluindo idosos, pessoas com dificuldades cognitivas e indivíduos com transtornos como TDAH ou Alzheimer.

Outro ponto positivo foi a modularidade do sistema. A estrutura do dispositivo permite futuras expansões, como a inclusão de sensores de presença para confirmação da retirada do medicamento, conectividade com a internet para envio de relatórios a cuidadores ou profissionais de saúde, e integração com bancos de dados médicos. Esses avanços podem transformar o RemindMed em uma ferramenta ainda mais robusta, capaz de se integrar a sistemas maiores de gestão de saúde digital e acompanhamento terapêutico remoto.

A experiência adquirida durante todas as etapas do projeto — da modelagem 3D à programação embarcada e desenvolvimento do aplicativo — também reforça a importância da interdisciplinaridade em projetos de engenharia. A combinação de conhecimentos

em eletrônica, computação, design e saúde permitiu a criação de uma solução tecnológica aplicável a um problema real, cuja relevância é amplamente reconhecida em escala global. Esse processo fortalece não só a formação acadêmica dos envolvidos, mas também sua capacidade de atuar de forma criativa e socialmente responsável no mercado.

Referências

- Pinho, L. L. de, Oliveira, K. N. de L., Santos, T. A. S. dos, Lima, S. B., Rabelo, A. M. F., Rabelo, M. W. F., Rodrigues, L. K. N., Júnior, J. B. A. S., Silva, F. W. L., Juliace, L. P., Linard, W. M., Filho, J. D. da S., & Nunes, R. de M. (2024). *Uso indiscriminado de antibióticos e o risco de resistência bacteriana: revisão de literatura*. Brazilian Journal of Implantology and Health Sciences, 6(1), 438–452. <https://doi.org/10.36557/2674-8169.2024v6n1p438-452>
- Arduino. *Documentação oficial*. Disponível em: <https://www.arduino.cc>. Acesso em: abr. 2025.
- Maxim Integrated. *DS3231 Real-Time Clock (RTC) Datasheet*. Disponível em: <https://datasheets.maximintegrated.com/en/ds/DS3231.pdf>. Acesso em: abr. 2025.
- Exemplos de uso de display LCD com interface I2C. Diversas fontes online. Disponível em: <https://www.google.com/search?q=display+lcd+16x2+I2C+arduino+exemplos>. Acesso em: abr. 2025.
- Repositórios e tutoriais de projetos similares. GitHub. Disponível em: <https://github.com/search?q=alimentador+automático+arduino>. Acesso em: abr. 2025.