

SISTEMA AUTOMATIZADO INTEGRADO À IOT PARA GESTÃO DE MEDICAÇÃO

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.909122430103>

Data da submissão: 30/10/2024

Data de aceite: 04/11/2024

Eric Rennan Santos Melo

Departamento de Engenharia, Faculdades
Metropolitanas Unidas – FMU

Larissa Fernandes Melo

Departamento de Engenharia, Faculdades
Metropolitanas Unidas – FMU

Leonardo Segantin de Souza

Departamento de Engenharia, Faculdades
Metropolitanas Unidas – FMU

Michel Nunes Mariano

Departamento de Engenharia, Faculdades
Metropolitanas Unidas – FMU

Vitor Hugo Borges

Departamento de Engenharia, Faculdades
Metropolitanas Unidas – FMU

Rogério Luis Spagnolo da Silva

Departamento de Engenharia, Faculdades
Metropolitanas Unidas – FMU Professor
nos cursos de Engenharia Elétrica e de
Controle e Automação, São Paulo, SP

RESUMO: No projeto apresentado foi desenvolvido um protótipo de um sistema automatizado para gestão de medicamentos para pacientes que realizam tratamentos com vários fármacos diários. Baseado em alguns estudos e em análise de casos, o sistema foi idealizado de forma a trazer

uma solução prática, portátil e conectada à nuvem. A interface de supervisão responsável por armazenar e apresentar os dados do projeto é o *Blynk App*[®] que, através do módulo ESP8266 permite conexão sem fio com o microcontrolador Arduino Uno que coordena e gerencia a medicação de acordo com o perfil do paciente e seu tratamento.

PALAVRAS-CHAVE: Gestão de medicamentos, Sistema automatizado, *IoT*.

AUTOMATED SYSTEM INTEGRATED TO IOT FOR MEDICATION MANAGEMENT

ABSTRACT: In the project presented, a prototype of an automated system for medication management was developed for patients who undergo treatments with several daily drugs. Based on some studies and case analysis, the system was designed to provide a practical, portable, and cloud-connected solution. The supervision interface responsible for storing and presenting the project data is the *Blynk App*[®] which, through the ESP8266 module, allows wireless connection with the Arduino Uno microcontroller that coordinates and manages the medication according to the patient's profile and their treatment.

KEYWORDS: *Medication Management, Automated System, IoT.*

INTRODUÇÃO

MOTIVAÇÃO

Este projeto tem como intuito contribuir com uma opção de baixo custo automatizada para gestão de medicamentos para pacientes que necessitam ingerir vários fármacos diários de maneira a assegurar a eficácia do tratamento prescrito.

OBJETIVO

Desenvolvimento de um protótipo de um sistema simples e prático para auxiliar na ingestão de medicamentos para pacientes que apresentam dificuldades em gerenciar o seu próprio consumo baseado na prescrição médica e dentro dos horários com a dosagem apropriada.

JUSTIFICATIVA

Segundo Secoli (2010), a polifarmácia pode ser definida como o uso de cinco ou mais medicamentos e pode apresentar dois grandes riscos aos pacientes: reações adversas aos medicamentos ou em consumo de dosagens diferentes do prescrito.

Um estudo realizado no Brasil por Rocha *et al* (2008) verificou que 33,4% dos pacientes entrevistados deixaram de seguir a prescrição pelo esquecimento e 25% dos pacientes por descuido com os horários de ingestão. Isto implica em número alarmantes, em especial para o público idoso, cujo consumo diário típico é em torno de 5 fármacos diários.

FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

POLIFARMÁCIA

A humanidade sempre busca formas de desenvolver tecnologias com o propósito de aumentar o seu bem-estar e graças a estes avanços, existem medicamentos que podem mitigar e controlar múltiplas patologias e contribuir com a qualidade de vida e longevidade.

O aumento da população idosa sinaliza a preocupação com a qualidade desse processo de envelhecimento, visto que é marcado por profundas mudanças no perfil de saúde. Neste contexto, surge o conceito de polifarmácia, por haver uma maior incidência e prevalência de patologias crônicas entre pessoas idosas (SANTOS, M., ALMEIDA, A., 2010).

INTERNET DAS COISAS (IoT)

De acordo com LEITE *et al* (2017) “O conceito de Internet das Coisas (IoT, do inglês Interne of Things) foi introduzido por Kelvin Ashton em 1999 como resultado de sua pesquisa para utilizar etiquetas eletrônicas RFID na cadeia de produção. ”. Graças à revolução que a “Indústria 4.0” causou, pode-se dizer que o termo *IoT* é a abrangência de tudo que pode se conectar à internet, ou seja, é a interação entre os dispositivos conectados à rede internet através do compartilhamento de dados.

PROBLEMA

A ausência de um equipamento automatizado eficiente, conectado à internet que permita controlar e monitorar a ingestão de vários fármacos diários de acordo com a prescrição médica por pacientes que realizam tratamento de uso contínuo.

METODOLOGIA

Alinhado ao contexto de polifarmácia no público idoso, o protótipo foi desenvolvido para controlar de maneira automatizada quais os fármacos que devem ser ingeridos em cada momento do dia.

Tanto um cuidador quanto o próprio paciente podem monitorar a partir de um aplicativo para dispositivo móvel, em tempo real, a regularidade da ingestão do medicamento com data e horário.

Com isto, espera-se que haja uma diminuição da ineficácia do tratamento devido à má administração dos medicamentos. Inclusive, tal metodologia apresentada por este protótipo, pode estender a sua aplicação em residências e em casas de repouso para idosos.

Para aplicação e obtenção dos resultados e para realizar comparativos com as soluções existentes no mercado, foi aplicada uma pesquisa experimental seguida por testes no protótipo considerando os critérios funcionais apresentados na **Tabela 1**:

Acesso apenas a um remédio
Precisão de dosagem
Conectividade
Automático
Estoque de pílulas
Interface direta com o usuário
Portátil

Tabela 1 – Critérios funcionais do protótipo.

Fonte: Próprios Autores, 2024.

ESTRUTURAÇÃO, DESENVOLVIMENTO E FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

A estruturação para desenvolvimento do sistema de gestão de medicamentos é ilustrada pelo fluxograma **Figura 1**:

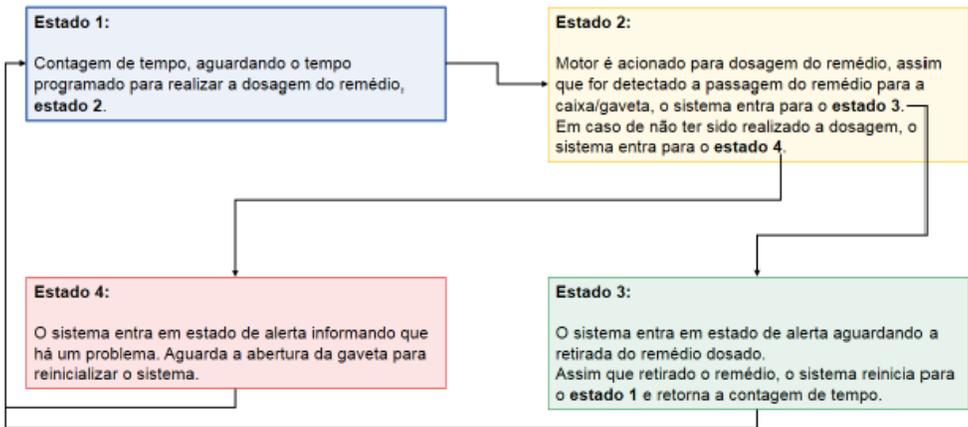


Figura 1 – Fluxograma principal do protótipo.

Fonte: Próprios Autores, 2024.

A arquitetura de conectividade do Arduino Uno com o *Blynk App*[®]; é ilustrada na **Figura 2**:

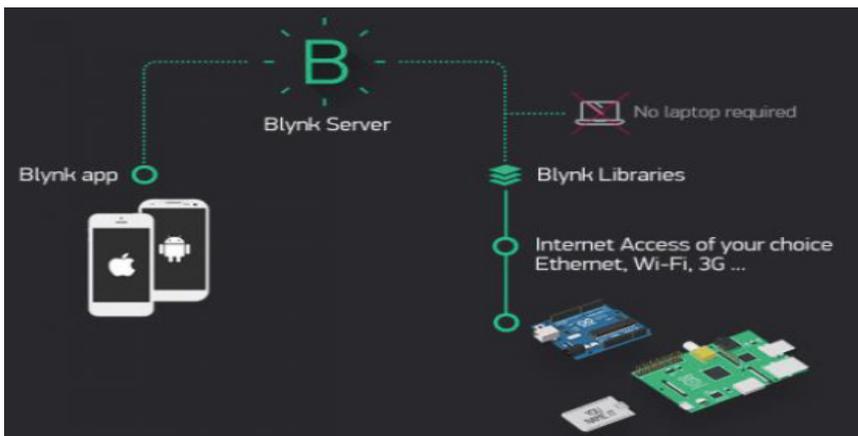


Figura 2 – Arquitetura de conectividade do protótipo.

Fonte: Blynk, 2024.

A programação para desenvolvimento do sistema de gestão de medicamentos foi concebida em cinco **Estados**. O **Estado Inicial** corresponde à compilação junto ao protótipo e no display ilustrar: **E0 Programando**, conforme ilustra a **Figura 3**, diretamente no protótipo:



Figura 3 – Estado Inicial no protótipo.

Fonte: Próprios Autores, 2024.

No **Estado 1**, o sistema inicia a contagem de tempo, aguardo o tempo programado para realizar a dosagem do medicamento, conforme ilustra a **Figura 4**:

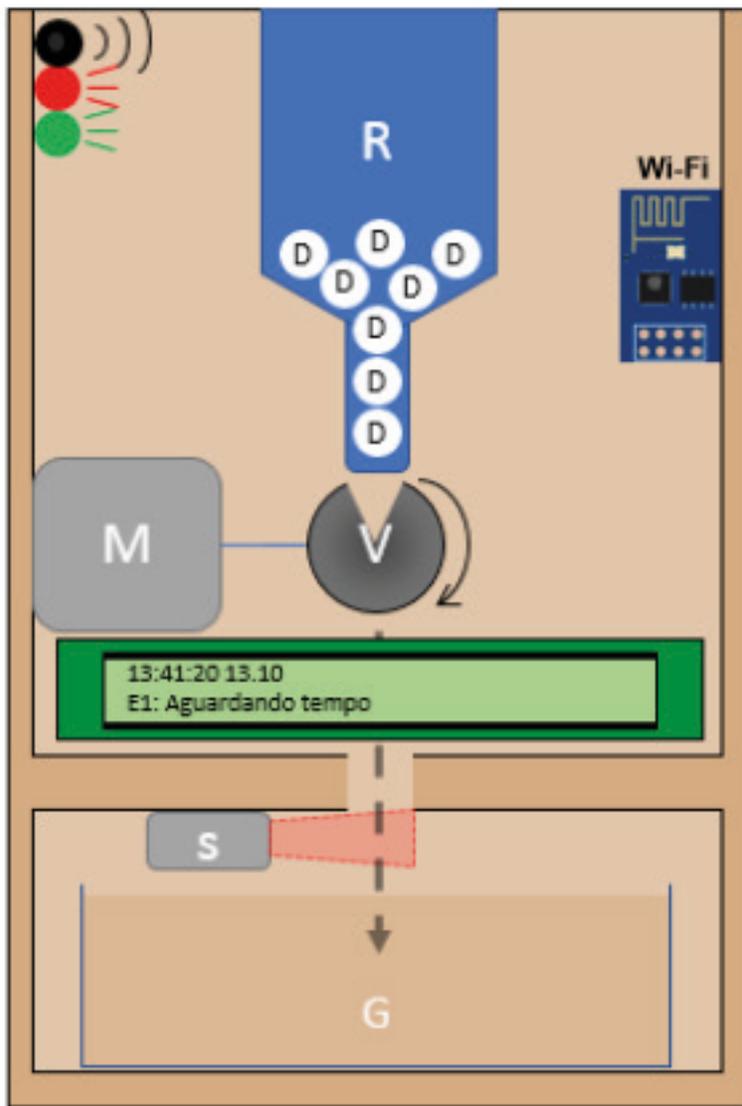


Figura 4 – Estado 1 – Aguardando tempo.

Fonte: Próprios Autores, 2024.

No **Estado 2**, o conjunto de motor de passo com driver é acionado para dosagem do remédio, e assim que detectado pelo sensor de obstáculo a passagem para o compartimento (gaveta), o sistema entrada no **Estado 3**.

O motor de passo utilizado foi o modelo **FL39ST38-0806A**, cujas características elétricas, dimensões, torque e inércia de rotor são apresentadas na **Figura 5**:

● Size 39mm Hybrid Stepping Motor Specifications

Model No.		Rated Voltage	Current /Phase	Resistance /Phase	Inductance /Phase	Holding Torque	# of Leads	Rotor Inertia	Weight	Detent Torque	Length
Single shaft	Double shaft	V	A	Ω	mH	g-cm		g-cm ²	kg	g-cm	mm
FL39ST20-0404A	FL39ST20-0404B	2.64	0.4	6.6	7.5	650	4	11	0.12	50	20
FL39ST20-0506A	FL39ST20-0506B	6.5	0.5	13	7.5	800	6				
FL39ST34-0404A	FL39ST34-0404B	12	0.4	30	32	2100	4	20	0.18	120	34
FL39ST34-0306A	FL39ST34-0306B	12	0.3	40	20	1300	6				
FL39ST38-0504A	FL39ST38-0504B	12	0.5	24	45	2900	4	24	0.2	180	38
FL39ST38-0806A	FL39ST38-0806B	6	0.8	7.5	6	2000	6				
FL39ST44-0304A	FL39ST44-0304B	12	0.3	40	100	2800	4	40	0.25	250	44

● Dimension

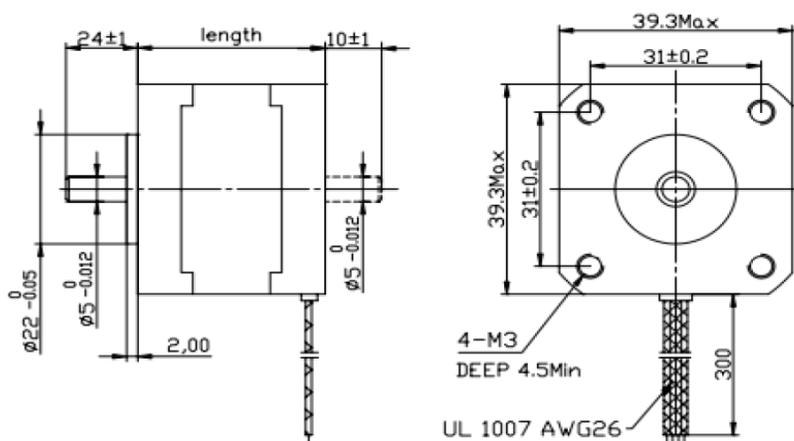


Figura 5 – Características do motor de passo modelo FL39ST38-0806A.

Fonte: MANTECH, 2024.

O driver para o motor de passo utilizado foi o modelo A4988, desenvolvido para micro passos e controle de passos bipolares. A tensão de operação lógica do driver é de 3...5,5V. Este driver é capaz de controlar motores com até 1/16 passos, na faixa de 8...35V e 2A por bobina (picos de 4A).

Suas características são apresentadas na **Figura 6**:

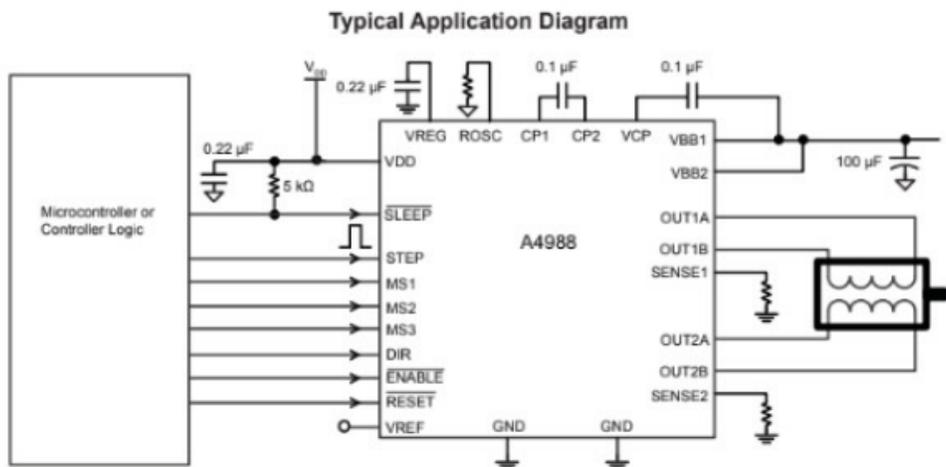


Figura 6 – Características do motor de passo modelo A4988.

Fonte: POLOLU, 2024.

No **Estado 3**, o sistema entra em estado de alerta acionando o módulo sonoro e piscando a cada cinco segundos uma sinalização em LED verde, aguardando a retirada do medicamento dosado.

Assim que o medicamento for retirado do compartimento, o sensor magnético modelo **MC-38** ilustrado pela **Figura 7** identifica que o mesmo foi retirado e reinicia para o **Estado 1**, retornando assim a contagem de tempo definido para a próxima dosagem.



Figura 7 – Características do sensor magnético modelo MC-38.

Fonte: Próprios Autores, 2024.

Por fim, no último **Estado**, o **Estado 4**, o sistema entra em estado de alerta informado que há um problema, caso o medicamento não for retirado após entrar no **Estado 3**, dosado, conforme ilustra a **Figura 8**:



Figura 8 – Estado 4 – Erro.

Fonte: Próprio Autor, 2024

Para definição de data e horário para dosagem do medicamento, utilizou-se o módulo *RTC (Real Time Clock)* **modelo DS1307**, com 56 bytes de *SRAM* e capaz de fornecer informações como segundo, minutos, dia, data, mês e ano. A **Figura 9** ilustra o diagrama esquemático do *RTC*:

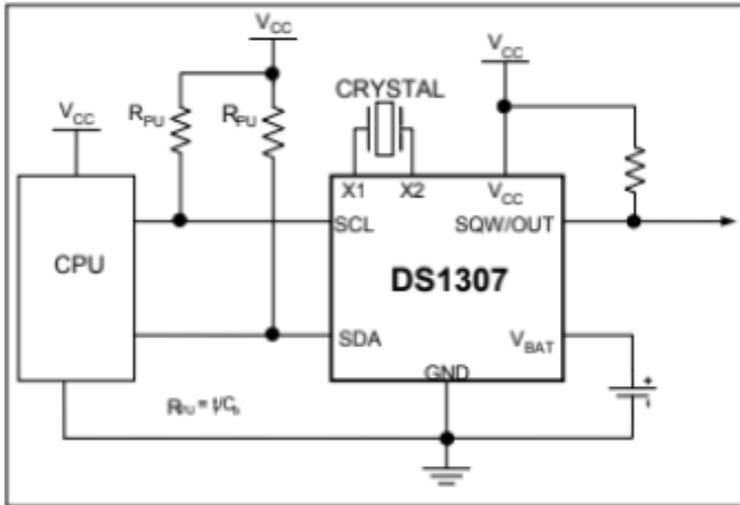


Figura 9 – Diagrama Esquemático do Módulo RTC DS1307.

Fonte: Maxim Integrated, 2024.

Para comunicação sem fio entre o Arduino Uno e a interface de supervisão responsável por armazenar e apresentar os dados do projeto, o *Blynk App*[®], utilizou-se o módulo ESP8266. A **Figura 10** ilustra seu diagrama esquemático:



Figura 10 – Diagrama Esquemático do Módulo ESP8266.

Fonte: Espressif, 2024.

A aplicação desenvolvida para controle e monitoramento em tempo real no *Blynk App*[®] ilustra como um temporizador para que o paciente possa definir o horário de cada medicamento a ser ingerido, conforme ilustra a **Figura 11**:

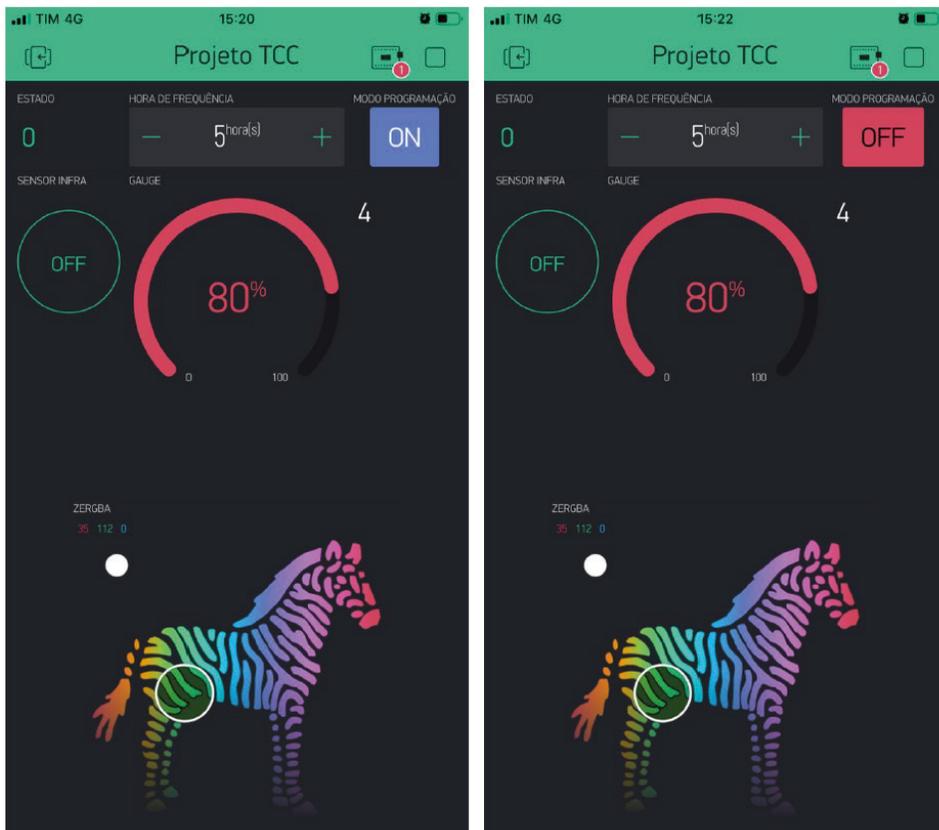


Figura 11 – Desenvolvimento no *Blynk App*®.

Fonte: Próprios Autores, 2019.

No **Modo ON**, o sistema entra em modo de programação, onde a temporização é congelada e o protótipo aguarda a determinação do tempos e demais parâmetros. No **Modo OFF**, o sistema reconhece que o mesmo está em **Estado Normal**, começando a temporização determinada e realiza cada **Estado** apresentado, conforme fluxo apresentado.

RESULTADOS E CONSIDERAÇÕES FINAIS

Baseado nos testes funcionais no protótipo apresentados na **Tabela 1**, foram obtidos resultados satisfatórios, demonstrando controle eficiente de acesso e dosagem dos medicamentos conforme prescrição médica e à estocagem de pílulas, conforme ilustra a **Tabela 2**:

	Projeto desenvolvido	Smart Kit	Memo box
Acesso apenas a um remédio	Sim	Sim	Não
Precisão de dosagem	Sim	Não	Não
Conectividade	Sim	Sim	Sim
Automático	Sim	Não	Sim
Estoque de pílulas	Sim	Não	Não
Interface direta com o usuário	Sim	Sim	Não
Portátil	Sim	Não	Sim

Tabela 2 – Comparativos funcionais do protótipo com dispositivos de mercado.

Fonte: Próprios Autores, 2024.

Destacaram-se também durante os testes, a exatidão referente aos horários programados para uso e a conectividade em nuvem para o uso. Comparando com os dispositivos já existentes no mercado, a interface com o usuário pelo *Blynk App*[®] trouxe um diferencial ao protótipo para torna-lo viável para desenvolvimento em larga escala.

CONCLUSÃO

Os resultados obtidos dentro dos critérios de funcionalidade atingiram o propósito deste trabalho em promover uma solução de baixo custo para controle automatizado de gestão de medicamentos para os casos polifármacos.

Por tratar-se de um protótipo de baixo custo, os materiais utilizados não seguem estritamente as recomendações de órgãos regulamentadores de hospitais, clínicas e laboratórios, que realizam a inspeção da qualificação dos prestadores de serviços de saúde.

Para produção em larga escala (comercial), o protótipo possui algumas oportunidade de melhorias a serem explanadas, das quais se destacam:

- Autonomia do sistema: implementar sistema de alimentação por bateria;
- Otimizar a sincronização de dados com o *Blynk App*[®];
- Aumentar a capacidade do reservatório dos medicamentos;
- Otimizar o sistema de detecção de passagem do medicamento, melhorando a precisão da dosagem.

BIBLIOGRAFIA

A4988. **POLULU.**, 2024. Disponível em: < <https://www.tme.com/br/pt/details/pololu-2980/modulos-reguladores-de-motor/pololu/a4988-stepper-motor-driver-carrier/>>. Acesso em: 12/05/2024.

Blynk. **Blynk I/O.**, 2022. Disponível em: < <https://blynk.io/>>. Acesso em: 17/05/2024.

DS1307. **Maxim Integrated.**, 2022. Disponível em: < <https://www.digikey.com.br/pt/ptm/m/maxim-integrated/ds1307-real-time-clocks>>. Acesso em: 17/05/2024.

ESP8266. **Espressif.**, 2024. Disponível em: <<https://www.espressif.com/en/products/socs/esp8266>>. Acesso em: 17/05/2024.

FL39ST38-0806A. **Mantech.**, 2022. Disponível em: <<https://www.mantech.co.za/Datasheets/Products/FL39ST.pdf>>. Acesso em: 17/05/2024.

LEITE, J.R.E; MARTINS, Paulo.S; URSINI, Edson.L. **A internet das coisas (IoT) : Tecnologias e Aplicações.** Brazilian Technology Symposium, Limeira-SP, 2017. Disponível em: <<https://www.lcv.fee.unicamp.br/images/BTSym-17/Papers/76926.pdf>>. Acesso em: 17/05/2024.

SANTOS, M., ALMEIDA, A. **Polimedicação no idoso.** Revista de Enfermagem. III Série, Brasília, n°1, p. 149-162, 2010.

SECOLI, S.R. **Polifarmácia: interações e reações adversas no uso de medicamentos por idosos.** Revista Brasileira de Enfermagem, v.63, Brasília, n°1, p. 136-140, 2010.

ROCHA, C.H., OLIVEIRA, A.P.S., FERREIRA, C., FAGGIANI, F.T., SCHOETER, G., SOUZA, A.C.A. **Adesão à prescrição médica em idosos de Porto Alegre.** Ciência & Saúde, Rio Grande do Sul, 2008.