

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA SOUZA
FACULDADE DE TECNOLOGIA DE BOTUCATU
CURSO SUPERIOR DE TECNOLOGIA EM ANÁLISE
E DESENVOLVIMENTO DE SISTEMAS**

JORGE GABRIEL DA SILVA LUCIO

AUTOMAÇÃO DE UM DISPENSADOR DE REMÉDIOS SÓLIDOS

**BOTUCATU - SP
2020**

AUTOMAÇÃO DE UM DISPENSADOR DE REMÉDIOS SÓLIDOS

Artigo final, apresentado a Faculdade de Tecnologia de Botucatu como parte das exigências para a obtenção do título de tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Botucatu, 17 de fevereiro de 2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Rall (Orientador)

Prof. Esp. Rogério Ferreira Sgoti (Avaliador)

Prof. Dr. Carlos Roberto Pereira Padovani (Avaliador)

RESUMO

A administração da medicação na hora e quantidade corretas é fundamental para o sucesso de qualquer tratamento médico e por ser uma prática manual, muitas vezes, ocorrem erros de dosagem, atrasos ou a dose não é ingerida, por esquecimento por parte dos envolvidos. Assim, foi utilizada a tecnologia de Arduino para o desenvolvimento de um dispensador automatizado de remédios sólidos (cápsulas e drágeas), que utilizando uma série de sensores e atuadores, permite o agendamento de horários para dispensar esses remédios, além da capacidade de reabastecer o dispositivo, através de menus intuitivos e de fácil utilização pelos pacientes, possibilitando uma melhora na qualidade de vida.

Palavras-chave: Arduino. Medicação. Praticidade.

ABSTRACT

Administration of medication on time and the correct amount is critical to the success of any medical treatment and by a practice manual, many times, errors of determination, delays or a dose is not ingested, by the forgetfulness of those involved. Thus, Arduino technology was used to develop an automatic medicine dispenser (capsules and dragees), which uses a series of sensors and actuators, allowing the scheduling of dispensers of these medicines, in addition to the ability to refill or device, through intuitive, easy-to-use patient menus for improved quality of life

Key Words: Arduino. Medication. Practicality.

1. INTRODUÇÃO

A administração da medicação corretamente é crucial para o sucesso do tratamento de indivíduos enfermos, uma dose errada ou a sua falta pode afetar a cura da doença. Em uma análise realizada em 4031 prontuários em dois hospitais de ensino dos EUA, 49% dos erros em medicação ocorreram na fase de prescrição, sendo que os problemas mais frequentes foram a administração dos fármacos em doses ou frequências incorretas, demonstrando os perigos que a ingestão sem controle pode causar ao ser humano (DEAN et al, 2002).

Para o idoso, a necessidade de ingerir diferentes medicações ao longo do dia pode ser uma tarefa difícil, considerando-se que nessa idade, a visão já está bem prejudicada, o que dificulta a correta leitura do nome dos fármacos. Além disso, também deve ser levado em conta que muitos idosos podem apresentar falhas de memória e confusão mental, esquecendo de ingerir o remédio, tomando doses repetidas ou trocando um remédio pelo outro.

A automação já está presente no dia-a-dia da sociedade e o Arduino é uma poderosa ferramenta de automação. É uma plataforma de hardware de código aberto, de fácil utilização, ideal para a criação de dispositivos que permitam interação com o ambiente, dispositivos estes que utilizem como entrada, sensores, como os de temperatura, luz, ultrassom etc., e como saída, atuadores, como *leds*, motores, *displays*, alto-falantes etc..

A plataforma utiliza-se de uma camada simples de software implementada na placa, que é um *bootloader*, responsável por carregar e iniciar o programa armazenado na memória do Arduino, com uma interface amigável no computador, que utiliza a linguagem *Processing*, baseada na linguagem C/C++, também de código aberto (SOUZA, 2011).

Processing é uma linguagem de programação de código aberto para as pessoas que querem programar imagens, animação e som. Ele é usado por estudantes, artistas, designers, arquitetos, pesquisadores e entusiastas para aprendizagem, criação de protótipos e produção. Ele é criado para ensinar fundamentos da programação de computadores dentro de um contexto visual e para servir como um caderno de desenho de software e ferramenta de produção profissional. O processamento é desenvolvido para artistas e designers como uma alternativa para ferramentas de software proprietário no mesmo domínio. (PROCESSING, 2015, apud SOUZA, 2016, p. 44).

Por ser de fácil manipulação e possuir uma vasta biblioteca disponível, o Arduino pode ser utilizado para o desenvolvimento de protótipos de automação do processo ingestão de remédio, controlando horários, doses, tipos de medicação etc.

Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um protótipo de um dispensador automatizado de remédios sólidos (drágeas, cápsulas ou comprimidos), para uso residencial e até mesmo para postos de saúde e hospitais.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Materiais Utilizados

Na Tabela 1 pode-se observar a relação dos materiais utilizados e as respectivas quantidades e preços envolvidos.

Tabela 1 – Relação de materiais utilizados

Componentes	Quantidade	Preço
Arduino Uno R3	1 un.	R\$ 54,90
Protoboard 830 Pontos	1 un.	R\$ 15,90
<i>Display</i> LCD 16x2	1 un.	R\$ 16,90
Push Button	2 un.	R\$ 0,40
Servo motor 9g SG90	1 un.	R\$ 22,90
Motor de Passo 28byj-48	1 un.	R\$ 16,90
Driver Uln2003	1 un.	R\$ 0,00
<i>Reed Switch</i>	1 un.	R\$ 2,90
Teclado Matricial 4x4	1 un.	R\$ 9,90
Sensor RTC DS3231	1 un.	R\$ 21,90
Jumpers	30 un.	R\$ 12,90
Papelão	300 gramas	R\$ 0,00
Cabo de Rede	1 metro	R\$ 3,54
Disco Impresso	1 un.	R\$ 10,00
Chapa de Acrílico	1 un. 26cm x 24cm	R\$ 15,00
Funil	1 un.	R\$ 3,99
Tinta acrílica Branca	2 un.	R\$ 7,30
Folha de EVA	1 un.	R\$ 1,90
Imã	1 un.	R\$ 1,10
Total de produção	-	R\$ 218,33
Custo de desenvolvimento	30 hrs	R\$ 15,62
Total de desenvolvimento	-	R\$ 468,75
Total	-	R\$ 687,08

2.1.1 Arduino Uno R3

Para a elaboração deste projeto, foi utilizada a placa Arduino Uno R3 (Figura 1), com 14 pinos de sinal digital e 6 portas de sinal analógico. Tais portas são necessárias para conectar os sensores e atuadores que foram utilizados no protótipo.

O Arduino Uno foi selecionado dentre as diversas versões de Arduino existentes devido a sua fácil utilização e ser o melhor indicado para iniciantes na área de automação.

Além das portas para conexão, o Arduino Uno possui um microprocessador modelo ATmega328 que, de acordo com Banzi e Shiloh (2015), pode ser identificado como “um pedaço de plástico preto e retangular com 28 “pernas”, responsável por executar todas as instruções programadas.

O Arduino apresenta 32 KB de memória Flash para o armazenamento dos programas instalados, 2 KB de memória SRAM para carregar os dados do programa em execução, 1 KB de memória EEPROM que armazena informações definidas pelo fabricante da placa além dos pinos 3,3 V e 5 V para alimentação dos componentes, o pino GND referente ao terra do circuito elétrico, o pino VIN para, se necessário, realizar alimentação externa da placa e o pino *RESET* que permite a reinicialização externa da placa.

O Arduino Uno R3 utiliza uma entrada de alimentação 5V através de uma entrada USB ou através de fonte externa na entrada do tipo *power jack*.

Figura 1- Arduino Uno R3



Fonte: Flop (2019a)

2.1.2 Display LCD 16x2

Um *display* LCD 16x2 foi usado para criar uma interface básica entre o sistema e o usuário (Figura 2). Neste menu, o usuário pode selecionar o tipo de remédio, se ele deseja agendar um horário para o remédio ser dispensado ou se ele deseja reabastecer o aparelho. O *display* LCD 16x2 comporta duas linhas de texto, cada qual com até 16 caracteres.

Figura 2 - *Display* LCD 16x2



Fonte: Flop (2019b)

2.1.3 Servo Motor 9g SG90

Um servo motor possui alta precisão e segundo MATOS (2012) “funcionam a várias velocidades com binário constante, com um rigoroso controle de binário”, onde o binário se refere a um controle interno do servo que permite determinar a velocidade que o motor irá atuar, além disso com o servo é possível atingir angulações desejadas de forma precisa.

O servo motor de 5V (Figura 3) foi utilizado para abrir e fechar o alçapão que é responsável pela liberação do remédio ao usuário. Assim que o remédio selecionado chega na posição demarcada, o servo motor é acionado abrindo o alçapão e permitindo que o medicamento caia no copo. Após um brevíssimo período, o servo é acionado novamente para retornar à posição inicial.

Figura 3 - Servo motor



Fonte: Brasilhobbies (2019)

2.1.4 Motor de Passo 28byj-48 e Driver Uln2003

Motores de passo (Figura 4) são compostos por um eixo que rotaciona em vários passos, ou seja, ângulos diferentes. Existem motores de passo onde cada passo corresponde, por exemplo à 0.72, 1.8, 3.6, 7.5, 15 e até 90 graus, ou seja, ele precisa dar um total de 500, 200, 100, 48, 24 e 4 passos por rotação, respectivamente. Segundo Patsko (2006), esse tipo de motor é necessário onde o controle do número de rotações é muito importante, como em impressoras e scanners, sistemas de automação industrial e robótica, onde o movimento contínuo poderia danificar esses equipamentos.

No protótipo, o motor de passo de 5V desempenha a função de girar o disco de remédios onde a cada 512 passos (90° graus) se localiza um setor do disco onde existe um tipo de remédio diferente. Cada setor possui 4 comprimidos espaçados em uma distância de 128 passos um do outro. O *Driver Uln2003* tem como função alimentar o motor de passo com corrente elétrica e gerir o acionamento das bobinas internas responsáveis pelo movimento do motor.

Figura 4 - Motor de Passo



Fonte: Robocore (2019)

2.1.5 Reed Switch e imã

Esse sensor fecha um circuito quando detectado um campo magnético, sendo composto por uma cápsula de vidro e dois contatos que, ao entrar em um campo magnético, fecham, estabelecendo contato entre os dois terminais desse sensor (WENDLING, 2010).

O *Reed Switch* (Figura 5) foi usado para delimitar a posição inicial do motor de passo onde se localiza um imã que sempre faz o disco retornar à posição inicial quando o *Reed Switch* fecha o circuito.

Figura 5 - *Reed Switch*



Fonte: Flop (2019d)

2.1.6 Teclado matricial 4x4

O teclado matricial (Figura 6) desempenhou vital importância no protótipo pois através dele foi possível entrar com valores no programa, como a definição de quantidade de remédios dispensadas até entrada de horários para agendamentos de dispersão futuros.

Figura 6 - Teclado Matricial



Fonte: Flop (2019e)

2.1.7 Sensor RTC DS3231

Segundo FILIPE (2017), o RTC DS3231 é um relógio de tempo real de baixo custo que armazena o horário atual e informações relacionadas ao tempo como segundos, minutos, horas, dia, data, mês e ano, onde mesmo sem ser alimentado por energia, o módulo do sensor mantém as informações salvas por possuir uma pequena bateria.

O RTC DS3231 (Figura 7) foi utilizado para armazenar o horário atual e permitir a criação de horários para dispensação automática de medicação ao comparar o horário atual com o cadastrado.

Figura 7 - RTC DS3231

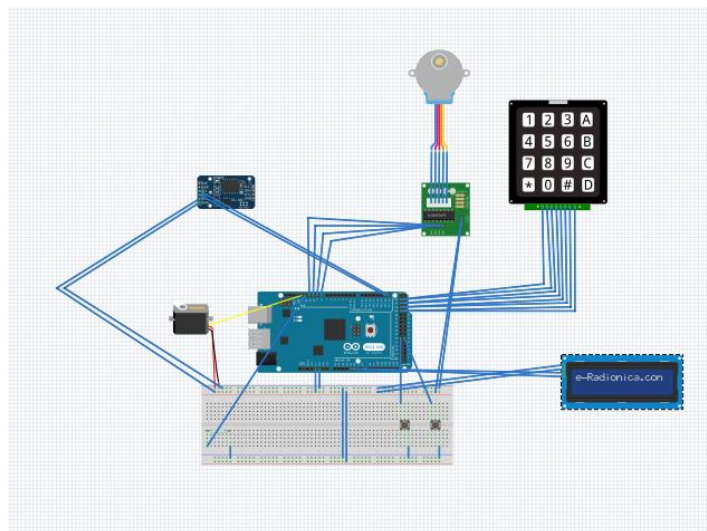


Fonte: Flop (2019c)

2.2 Métodos Utilizados

O esquema de conexões (Figura 8) do protótipo se deu através de jumpers que são pequenos fios utilizados para ligar temporariamente componentes eletrônicos na *protoboard* (ROBÓTICA, 2012), permitindo a transferência de energia e de dados até a placa controladora. Nela foram ligados todos os sensores (RTC e *Reed Switch*) e todos os atuadores (teclado, LCD, servo motor, motor de passo e botões).

Figura 8 - Modelagem das conexões do protótipo



Fonte: Autor (2019)

Para o desenvolvimento do código deste equipamento, foram utilizadas técnicas de programação orientada a objetos (POO), que são módulos que se comunicam por mensagens, encapsulando ao mesmo tempo dados e funções Gudwin (1997). Assim foram criadas funções específicas que foram disparadas de acordo com a interação do usuário com o equipamento.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Estrutura física

A estrutura física do projeto ocorreu em duas partes, sendo a primeira um disco de material plástico impresso por uma impressora 3D, na qual possuía 16 furos com uma proteção confeccionada de EVA (Figura 9), que permitia a alocação dos comprimidos. Quando um remédio fosse selecionado para dispensa, o motor de passo giraria o disco até a posição preestabelecida e, ao chegar na posição correta, o servo motor seria acionado permitindo que o fundo falso construído na base do protótipo fosse removido, permitindo a medicação cair em um funil que o destina para um copo.

Figura 9 - Disco para dispersão de medicação



Fonte: Autor (2019)

A segunda parte do protótipo é sua estrutura onde os sensores e atuadores são fixados. Ela é composta por grossas placas de papelão fixadas através de cola quente. Na parte superior, possui uma base fixada que permite apoio ao disco de dispersão. Em sua parte frontal, foram fixados o *display* LCD, o teclado de membrana e os botões usados para navegação (Figura 10), os quais possibilitam a interação do usuário com o dispensador, como a visualização através do *display* dos menus disponíveis e possibilitando a escolha das ações a serem desempenhadas.

Figura 20 - Interface Física



Fonte: Autor (2019)

3.2 Estrutura Lógica

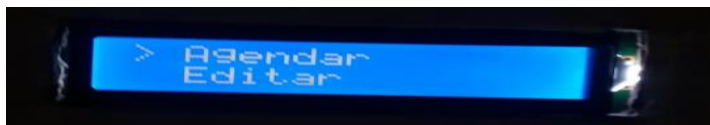
O código foi dividido em módulos onde cada qual desempenha uma função específica quando determinado menu for selecionado.

No início é apresentado o menu, com três opções com seus respectivos submenus. Os menus principais são:

3.2.1 Menu: Agendar

Nesta primeira opção o usuário é encaminhado a um submenu apresentando três opções: agendar hora, alterar hora e excluir hora (Figura 11). A primeira opção permite que o usuário determine o horário para que determinada medicação selecionada seja dispensada. Tal tarefa somente é possível devido ao sensor RTC que permite o armazenamento da hora e realiza os cálculos necessários para determinar qual é o momento estabelecido para a liberação da medicação. Na segunda opção, o usuário pode alterar o horário de dispersão cadastrado para um novo, caso ele necessite. Por fim a última opção permite a exclusão do horário cadastrado, caso ele não seja mais necessário.

Figura 31 - Menus de horas



Fonte: Autor (2019)

3.2.2 Menu: Seleção de Medicação

Nessa opção de menu, é disponibilizada a possibilidade do usuário de retirar a medicação escolhida manualmente. Nele existem quatro opções de remédios prontos para serem selecionados. Através dos botões, o usuário escolhe o remédio desejado e pelo teclado, a quantidade desejada. Cada medicação possui até quatro comprimidos para ser dispensado e qualquer valor acima disso resultará em uma mensagem de valor inválido (Figura 12) redirecionando o usuário para o menu principal. Ao selecionar a medicação desejada, o motor de passo gira em um número de passos pré-determinados permitindo que a cada 90° do disco exista um setor onde quatro comprimidos de uma determinada medicação estejam localizados. Após dispensar o remédio, o disco gira até o sensor de *Reed Switch* captar o campo magnético emitido pelo ímã de neodímio, que está colado no grau zero do disco, permitindo que a máquina retorne sempre a posição inicial.

Figura 12 - Valor acima do permitido

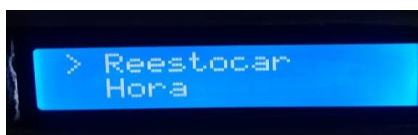


Fonte: Autor (2019)

3.2.3 Menu: Reabastecer

Por fim, essa opção é utilizada quando for necessário carregar o dispensador (Figura 13). Através de variáveis que salvam valores toda vez que um remédio é dispensado, é mapeado quais remédios foram liberados, permitindo que o disco se mova para as posições que necessitam ser carregadas.

Figura 13 - Função para reabastecer



Fonte: Autor (2019)

3.3 Custos

Após o levantamento de todos os materiais usados no experimento constatou-se que houve um gasto total de R\$ 218,33 para a elaboração do protótipo. Ao realizar uma pesquisa de mercado foi levantado que os custos médios de outros equipamentos de similar funcionalidade estão na faixa dos R\$ 300,00 à R\$ 450,00. Assim o protótipo se apresenta como uma opção viável para ter seu projeto continuado, otimizando seu custo de produção para torna-lo possível de produção em escala. O valor de R\$ 468,75 diz respeito ao custo do desenvolvimento o qual é pago somente uma vez e diluído no preço final do produto.

3.4 Melhorias

Para fins educacionais, o dispensador de remédios foi construído em uma escala grande o suficiente que permitisse o manuseio de seus componentes e a fácil substituição de qualquer componente caso fosse necessário, mas para a produção em escala é recomendada a diminuição do projeto e elencar as melhores matérias na relação custo x resistência para a elaboração de uma nova estrutura física. É recomendado também a inserção do módulo Arduino para comunicação via SMS, permitindo que uma mensagem seja enviada para o responsável cadastrado assim que o remédio for dispensado para ingestão;

4. CONCLUSÃO

Este experimento conseguiu unir a necessidade de medicação com a tecnologia de automação que o Arduino fornece concretizando uma máquina prática para a medicação, possuindo uso fácil e intuitivo. O dispensador atendeu à necessidade a que foi proposto de forma precisa e eficaz, podendo promover uma melhora na qualidade de vida dos usuários.

REFERÊNCIAS

BANZI, Massimo; SHILOH, Michael. **Primeiros Passos com o Arduino – 2ª Edição: A plataforma de prototipagem eletrônica open source**. Novatec Editora, 2015. 32p.

BRASILHOBBIES. **Servo Motor Micro SG90 para Movimentação de Desvios - TOW-9G**. Disponível em: <http://www.brasilhobbies.com.br/produto/servo-motor-micro-sg90-para-movimentacao-de-desvios-tow-9g/42019>. Acesso: 27 nov. 2019.

DEAN, Bryony et al. Causes of prescribing errors in hospital inpatients: a prospective study. **The Lancet**, v. 359, n. 9315, p. 1373-1378, 2002. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(02\)08350-2](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(02)08350-2). Acesso: 13 nov. 2019.

FILIPE, Carlos Manuel Dias. **Sensores para solos agrícolas-aplicação plantação kiwis**. 2017. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mecânica – Projeto e Produção Mecânica) - Escola Superior de Tecnologia de Abrantes, Tomar/Portugal, 2017. Disponível em: <https://comun.rcaap.pt/bitstream/10400.26/28885/1/Relat%C3%B3rio%20-%20Carlos%20Filipe%20-%20N%C2%BA%2010833.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2019

FLOP, Filipe. **Arduino Uno R3**. 2019. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/produto/placa-uno-r3-cabo-usb-para-arduino/>. Acesso: 26 nov. 2019a.

FLOP, Filipe. **Display LCD 16x2**. 2019. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/produto/display-lcd-16x2-backlight-azul/>. Acesso: 26 nov. 2019b.

FLOP, Filipe. **Real Time Clock RTC DS3231**. 2019. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/produto/reed-switch-chave-magnetica/>. Acesso: 26 nov. 2019c.

FLOP, Filipe. **Reed Switch Chave Magnética**. 2019. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/produto/reed-switch-chave-magnetica/>. Acesso: 26 nov. 2019d.

FLOP, Filipe. **Teclado Matricial de Membrana 16 Teclas**. 2019. Disponível em: <https://www.filipeflop.com/produto/reed-switch-chave-magnetica/>. Acesso: 26 nov. 2019e.

GUDWIN, Ricardo R. **Linguagens de programação: Mini e Microcomputadores: Software**. Campinas/SP: Universidade Estadual de Campinas Faculdade de Engenharia Elétrica e de Computação, 1997. Disponível em: <ftp://ftp.dca.fee.unicamp.br/pub/docs/ea877/lingpro.pdf>. Acesso em: 14 nov. 2019.

MATOS, Nuno Miguel Rodrigues de et al. **Análise do funcionamento de um Servo motor de corrente alternada com ímãs permanentes**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores) apresentada a Universidade Regional de Blumenau/SC. 2012. Disponível em: <https://repositorioaberto.up.pt/bitstream/10216/72684/1/000155343.pdf>. Acesso: 13 nov. 2019.

PATSKO, Luís Fernando. **Tutorial controle de motor de passo**. [S. l.]: Maxwell Bohr–Instrumentação Eletrônica, 2006. Disponível em: https://maxwellbohr.com.br/downloads/robotica/mec1000_kdr5000/tutorial_eletronica_-_motor_de_passo.pdf. Acesso em: 13 nov. 2019.

ROBOCORE. **Motor de Passo com Driver ULN2003**. Disponível em: <https://www.robo-core.net/loja/motores/motor-de-passo-com-driver-uln2003>. Acesso: 27 nov. 2019.

ROBÓTICA, Grupo de. **Introdução ao Arduino**. Campo Grande/ MS: Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, 2012. Disponível em: <http://twixar.me/QtyWT>. Acesso em 14 nov. 2019.

SOUZA, Anderson R. de et al. A placa Arduino: uma opção de baixo custo para experiências de física assistidas pelo PC. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 33, n. 1, p. 01-05, 2011. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-11172011000100026>. Acesso: 13 nov. 2019.

SOUZA, Eduardo Cardoso de. **Programação no ensino de matemática utilizando Processing 2: Um estudo das relações formalizadas por alunos do ensino fundamental com baixo rendimento em matemática**. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência) apresentada a Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"/ SP. 2016. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/137851>. Acesso: 13 nov. 2019.

WENDLING, Marcelo. **Sensores**. Guaratinguetá/SP: Universidade Estadual Paulista. Campus Guaratinguetá, 2010. Disponível em: <https://paulocrgomes.com.br/wp-content/uploads/2018/11/sensores.pdf>. Acesso em: 13 nov. 2019.