

PROTÓTIPO DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL POR COMANDO DE VOZ

PROTOTYPE OF RESIDENTIAL AUTOMATION BY VOICE COMMAND

Ricardo Rall¹

Matheus Abilio Poiato²

RESUMO

Desde o início, a tecnologia tem como foco trazer praticidade, comodidade e segurança. Pensando nisso, a ideia de automatizar uma residência busca o mesmo objetivo. A automação residencial, que também pode ser chamada de Domótica, vem ganhando espaço no mercado nos últimos tempos, não pela modernidade e status, mas sim pela questão da segurança e praticidade proporcionada às pessoas, principalmente deficientes, que não podem se locomover o tempo todo para executar tarefas simples, como abrir uma janela, porta ou acender uma luz. O presente trabalho teve como objetivo o desenvolvimento de um protótipo de automação residencial com comando de voz, utilizando Arduino, sensores de voz, gás, presença e atuadores como LEDs, relés, cooler, micro servo motores etc. com utilização de uma maquete de uma residência, baseado em um hardware CLP Arduino Uno, *open source* que utiliza a linguagem C++ e trabalha juntamente com o módulo de reconhecimento de voz. O protótipo após instalado e configurado funcionou corretamente e pode demonstrar que é possível o desenvolvimento de sistemas de automação com componentes facilmente encontrados no mercado.

Palavras-chave: Acessibilidade. Arduino. Automação residencial. Domótica

ABSTRACT

Since its beginning, digital technology has focused on bringing practicality, convenience and security. Thus, the idea of automating a residence seeks the same goal. Recently, home automation has been gaining space in the market, not because of modernity and status, but due to security and practicality to residents, especially the disabled, who cannot move around all the time to perform simple tasks, such as opening a window, a door or turn on a light. This paper aims at studying and implementing a home automation prototype, using a voice command, Arduino Uno model, open source that uses the C ++ language and works together with the voice controller module.

Key Words: Accessibility. Arduino. Home automation. Home Automation.

¹Professor Doutor da Faculdade de Tecnologia de Botucatu. Avenida José Ítalo Bacchi s/n – jardim Aeroporto – Botucatu – SP CEP: 18606-855. Tel. (14) 3814-3004. e-mail: ricardo.rall@fatec.sp.gov.br.

² Graduando do curso de Análise e Desenvolvimento de Sistemas, Faculdade de Tecnologia de Botucatu.

1 INTRODUÇÃO

A tecnologia evolui a cada dia, e com isso, surge a oportunidade de proporcionar conforto, economia e principalmente segurança e a preservação do meio ambiente. Pensando nesses fatores, a ideia de automatizar uma residência define-se em simplificar e facilitar diversas ações realizadas no dia a dia, tanto para pessoas sem e com alguma deficiência (PCD). O sistema Domótico é uma rede de comunicação que permite a interconexão de uma série de dispositivos com o objetivo de obter informações sobre o ambiente residencial, podendo fazer determinadas ações para supervisionar esse local ou gerenciá-lo. A característica da Domótica inteligente se baseia na interação com os habitantes da residência, para assim aprenderem seus comportamentos (SGARBI; TONIDANDEL, 2005).

O mercado de equipamentos para automação doméstica deve ultrapassar US\$ 291M nos próximos anos (+21% frente aos anos anteriores). Mais tempo em casa fez surgir a necessidade de um lar mais funcional e inteligente. Estima-se que a quantidade global de vendas destes produtos cresça, em média, 11,9% nos próximos anos. O mercado brasileiro apresentará crescimentos na casa de 30% (com exceção das *smart TVs*). Dispositivos para automação residencial e para melhorar a interação e a conectividade são os mais adotados. Câmeras, lâmpadas, sensores, trancas eletrônicas, *hubs* e *smart speakers* puxam para cima este crescimento. Os produtos para automação residencial evoluíram e sua instalação e integração estão cada vez mais simples (ABES, 2021).

O Arduino é uma placa de circuito microcontrolador para desenvolvimento de protótipos eletrônicos, que permite a gravação de um conjunto de instruções por meio de uma linguagem de programação, de modo a facilitar o desenvolvimento de protótipos de automação (FRIZZARIN, 2016).

Muitos protótipos têm sido desenvolvidos, utilizando-se a plataforma Arduino, pela sua versatilidade, grande base de conhecimento disponível e baixo custo de aquisição, além de uma grande gama de sensores, atuadores e demais componentes eletrônicos, que podem ser interligados aos dispositivos de uma residência, por meio de botões, aplicativos e até mesmo de comandos de voz (FRIZZARIN, 2016).

A quantidade e variedade de dispositivos que podem ser instalados em uma residência são vários, como por exemplo, luzes, ar-condicionado, porta eletrônica, um sistema de captação de água que armazena a água da chuva para uso doméstico geral, entre outros.

Diante do exposto acima, protótipos de Domótica podem representar projetos de grande importância no desenvolvimento de sistemas automatizados, à medida que proporcionam

conforto, acessibilidade a pessoas com dificuldades de locomoção e economia de recursos energéticos e financeiros, por gerenciarem melhor as ligações e o desligamentos dos equipamentos.

O objetivo deste trabalho foi o desenvolvimento de um protótipo de automação residencial, por comando de voz com hardware e software, com o intuito de auxiliar as pessoas em atividades, tarefas e rotinas básicas do dia a dia em sua residência

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Material

Os Softwares utilizados para o desenvolvimento deste trabalho foram:

- Arduino IDE versão 1.8.10 (ARDUINO, 2022);
- *Fritzing* versão 0.9.4 (FRITZING, 2022);
- Soarm3.com (SOAR, 2022).

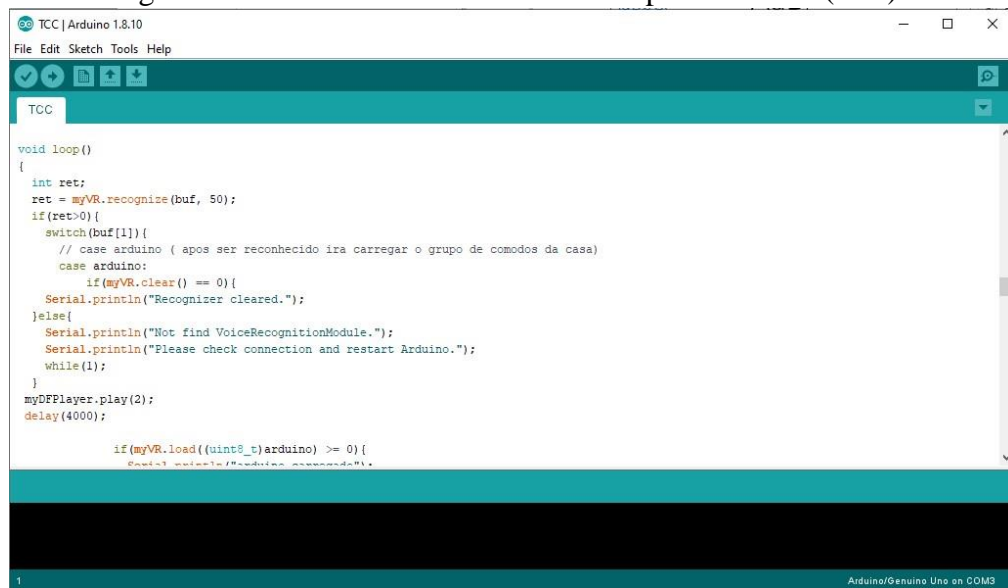
Os componentes de hardware utilizados neste projeto foram:

- Maquete de uma casa em mdf;
- 1 Arduino UNO R3;
- 1 *Protoboard* de 800 pontos;
- 26 *Jumpers* de 15 cm de comprimento macho-macho;
- 1 Sensor módulo de reconhecimento de voz VR3;
- 1 Sensor de movimento PIR;
- 1 Sensor MQ-2 de gás;
- 1 módulo DFPlayer Mini;
- 3 LEDs com as cores vermelho, amarelo e verde;
- 4 resistores (1 de 10K ohms e 3 de 150 ohms);
- 1 Relé de 10A;
- 2 Micro servos motores SG90;
- 1 cooler de 5v;
- 1 Alto Falante;
- 1 fonte de 9v;
- 1 fonte de 5v e 1A bivolt;
- 1 *Buzzer*;

2.1.1 Arduino IDE

O Arduino foi criado na Itália, em 2005, com o objetivo de oferecer uma ótima economia nos trabalhos escolares em relação aos outros sistemas de prototipagem. Foi projetado com o Microcontrolador Atmel AVR que contém suportes de entrada/saída, com uma linguagem de programação denominada *Wiring*, que é baseada nas linguagens C e C++ (THABET, 2015) e tem uma interface de desenvolvimento (IDE) bem amigável, conforme ilustra a Figura 1.

Figura 1 - Ambiente de desenvolvimento para Arduino (IDE)



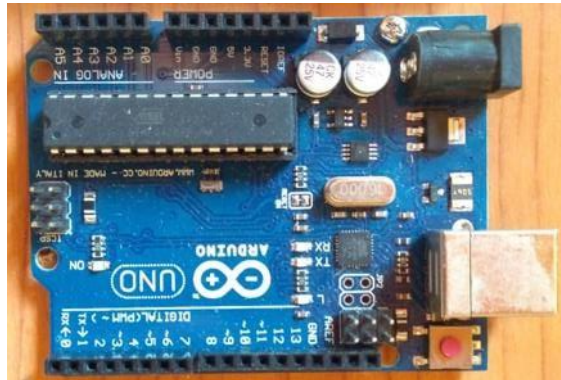
Fonte: Próprio Autor, 2023.

2.1.2 Arduino UNO R3

Existem diferentes modelos de placas que utilizam a plataforma Arduino, para este projeto foi utilizado o Arduino Uno R3 (FIGURA 2), A placa Arduino UNO R3 é composta por um microcontrolador ATmega328P. Segundo Thabet (2015):

O Arduino UNO R3 possui 14 pinos de entradas/saídas digitais, dos quais 6 podem ser utilizados como saídas PWM, incluindo também 6 pinos de entradas analógicas com resolução de 10 bits que podem ser utilizados como entradas/saídas digitais. A memória do microcontrolador que compõe o hardware é de 32 Kbytes, em que 0,5 Kb são usados pelo *bootloader*, tendo ainda 2 Kbytes de SRAM e 1024 bytes de EEPROM. O cristal oscilador (clock) aplicado ao hardware é de 16Mhz. Tem uma conexão do tipo USB, uma entrada para fonte de alimentação e pinos para comunicação ICSP.

Figura 2 - Arduino UNO R3



Fonte: Próprio Autor, 2023.

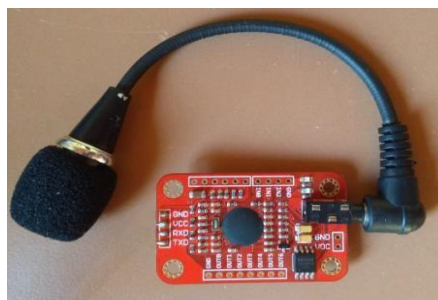
2.1.3 Módulo de reconhecimento de voz VR3

O módulo de reconhecimento de voz utilizado neste trabalho foi o modelo FZ0475 com microfone, apresentado na Figura 3 e permite gravar ou programar até 80 comandos de voz em sua memória. É importante salientar que as alterações significantes no tom de voz e no modo de falar sofrem variações dependendo do locutor, portanto é necessário que os comandos sejam gravados pela pessoa que fará a utilização do módulo (STRAUB, 2015).

Esse módulo foi utilizado para comandar os dispositivos conectados ao Arduino, no qual comandos de voz são capazes de ligar luzes, abrir e fechar portas, ligar e desligar aparelhos domésticos, entre outros.

Para que seja reconhecida a voz pelo computador, existe uma série de passos a serem processados. Primeiramente utilizando um conversor analógico-digital, ele transforma as vibrações criadas pela voz em dados digitais em ondas sonoras que são medidas e filtradas para separá-las dos ruídos e interferências. Então, computa-se a frequência da voz, que são sincronizadas, se necessário. As frequências então são separadas em menores frações, ou seja, não menores que uma sílaba, em seguida compara os sons com o que tem gravado no banco de dados (CARDOSO; BEZERRA, 2018 citado por PEREIRA, 2009).

Figura 3 - Módulo de reconhecimento de voz VR3

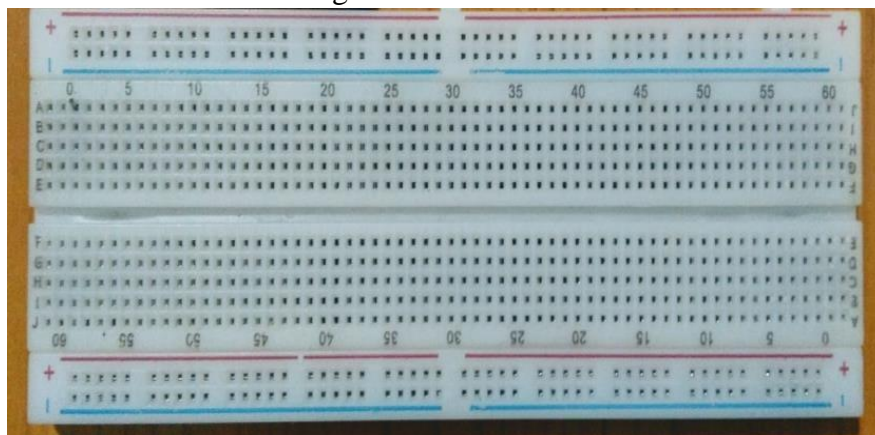


Fonte: Próprio Autor, 2023.

2.1.4 Protoboard

A *protoboard* também chamada de matriz de contato ou placa de ensaio, é uma placa com diversos furos alinhados horizontalmente ou verticalmente. É utilizada para montar circuitos elétricos experimentais com bastante facilidade. Por não precisar de solda, acaba sendo vantajoso, pois assim os componentes podem ser reutilizados diversas vezes sem obter prejuízo (COSTA, 2018). A *protoboard* apresentada na Figura 4 foi utilizada e permite conectar uma série de dispositivos e componentes como capacitores, diodos, resistores entre outros que serão utilizados no projeto.

Figura 4 - *Protoboard*



Fonte: Próprio Autor, 2023.

2.1.5 Módulo DFPlayer Mini

O *DFPlayer Mini* é um módulo compacto em que se pode conectar alto-falantes, sendo possível a utilização dele com bateria e botão, podendo ser combinado também com outros dispositivos como o Arduino UNO, que possui o canal Rx/Tx (BETA, 2019).

Para este projeto foram gravados em um cartão de memória, 20 arquivos em formato MP3 com a reprodução da voz que foi utilizado para fazer a comunicação da casa com o morador, os arquivos foram gerados por um conversor de texto para MP3, chamado Soar (SOAR, 2022), um serviço online. Um alto-falante de baixa potência que conectado ao módulo, realiza a reprodução do som. A Figura 5 ilustra o módulo *DFPlayer Mini*, com o alto-falante que será utilizado, ilustrado na Figura 12.

Figura 5 - DFPlayer Mini



Fonte: Próprio Autor, 2023.

2.1.6 LED

O LED (Diodo Emissor de Luz) permite a passagem de corrente elétrica apenas em um único sentido, ou seja, é necessário conectar o polo por meio de seus terminais. O terminal com maior comprimento no polo positivo e o de menor comprimento no negativo (COSTA, 2018).

No projeto o LED foi utilizado para a iluminação dos ambientes da residência, simulando uma lâmpada de uma casa (FIGURA 6).

Figura 6 - LED



Fonte: FilipeFlop, 2020 .

2.1.7 Micro Servo Motor

O Servo Motor foi utilizado como um mecanismo que irá ter como função abrir e fechar portas e janelas da maquete, simulando a abertura dos mesmos (FIGURA 7). Segundo Tannus (2018),

“Servo motores são dispositivos compostos por uma combinação de quatro componentes: um motor DC, engrenagens, circuito de controle e um potenciômetro. O circuito de controle, em conjunto com o potenciômetro, forma um sistema de *feedback* capaz de controlar de forma precisa a posição do eixo do motor. Os servos motores mais comuns possuem sua rotação limitada entre 0° e 180°, sendo que esse valor angular é definido pela entrada de controle do dispositivo. Caso o valor na

entrada muda, o posicionamento do potenciômetro é alterado para refletir esta alteração”.

Figura 7 – Servo Motor



Fonte: Próprio Autor, 2023.

2.1.8 Resistor

Os resistores (FIGURA 8) são um tipo de controle de circuito, utilizados para regularizar a corrente elétrica (MORIMOTO, 2016). Um exemplo de sua função seria a redução da tensão de saída de 5V do Arduino para a tensão de entrada de 2V, necessária para o funcionamento correto de um LED. Neste caso se o LED recebesse a tensão de 5V ele teria seu circuito avariado ou queimado.

Figura 8: Resistor



Fonte: Brasil Escola, 2020.

2.1.9 Relé

Para a montagem do sistema de automação utilizando o Arduino, foi utilizado ainda uma fonte de alimentação para reduzir e retificar a tensão de alimentação de 127 V para 5 V, um módulo relés eletromecânico (FIGURA 9) para chavear o circuito do cooler, que estará representando um sistema de ar-condicionado para ser controlado pelo comando recebido pelo módulo de voz. Segundo Santos (2019 citado por MORIMOTO, 2016)

“O relé é um componente elétrico que através da aplicação de uma corrente gera uma indução magnética realizando a movimentação de um contato, servindo na maior parte das vezes como um interruptor a distância, podendo realizar a integração de circuitos de alta potência com circuitos eletrônicos de correntes e tensão inúmeras vezes menores”.

Figura 9 - Módulo Relé



Fonte: Próprio Autor, 2023.

2.1.10 Sensor de gás

O sensor de gás inflamável e fumaça MQ-2 (FIGURA 10) é capaz de detectar concentrações de GLP (Gás de Cozinha) e Gás Natural no ar. Um módulo confiável e simples de usar em projetos de automação residencial. Quando a concentração de gases fica acima do nível ajustado pelo potenciômetro, a saída digital D0 fica em estado alto, se abaixo do nível, fica em estado baixo.

Figura 10 – Sensor de gás MQ-2



Fonte: Próprio Autor, 2023.

2.1.11 Sensor de movimento

O Sensor de Movimento PIR DYP-ME003 (FIGURA 11) consegue detectar o movimento de objetos que estejam em uma área de até 7 metros. Caso algo ou alguém se movimentar nesta área o pino de alarme é ativado e o sinal é enviado ao Arduino.

Figura 11 – Sensor de Movimento PIR DYP-ME003



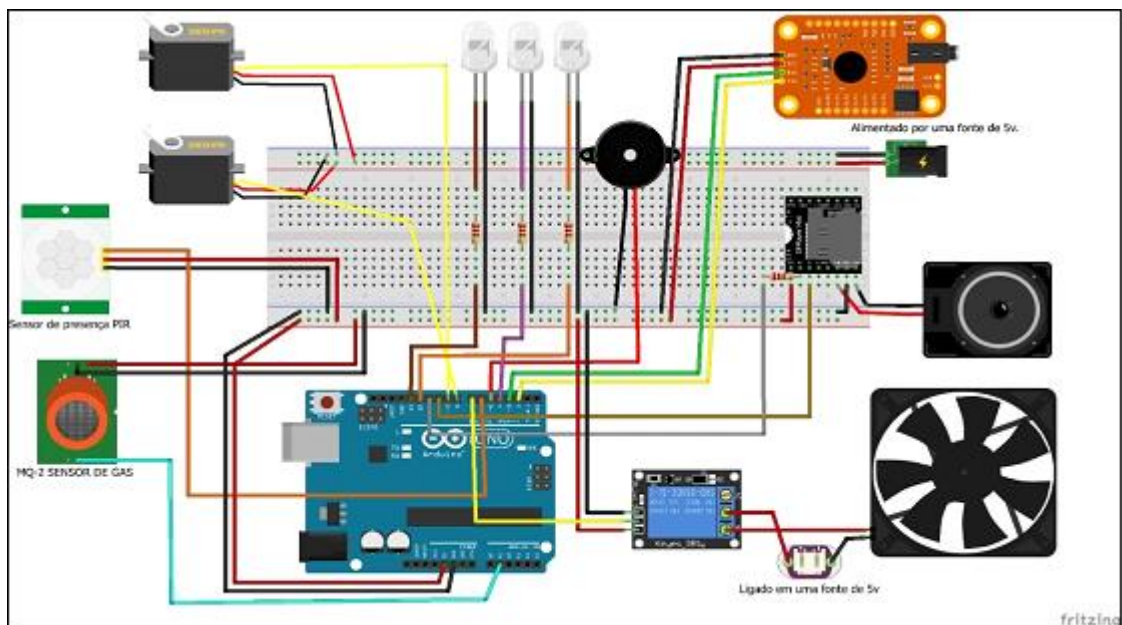
Fonte: Próprio Autor, 2023.

2.2. Métodos

Na Figura 12, a ilustração do esquema elétrico feito no *Fritzing*, que é um software que serve para gerar projetos elétricos. O primeiro dispositivo a ser acionado é o módulo de voz que começará com o comando “Arduino” já carregado, quando for reconhecido, carregará novos e inicializará o *DFPlayer Mini* utilizado para fazer a comunicação com o morador, perguntando ao mesmo no que a residência o pode ser útil.

O morador poderá escolher se deseja ligar ou desligar um ar-condicionado, mostrado no código na Figura 13, o código irá verificar se o comando ligar ou desligar foi reconhecido, e irá acionar um relé, ligando o ar-condicionado e o *DFPlayer* informará ao morador o que foi ligado, o mesmo acontecerá quando for desligado.

Figura 12 – Esquema Elétrico



Fonte: Próprio Autor, 2023.

Figura 13 – Código demonstrando o ligamento e desligamento.

```

TCC-_MATHEUS_poiato$
case arcondicionado:
  if(comando_ligar==true){
    if(digitalRead(rele)==HIGH){
      myDFPlayer.play(25);  //// O AR CONDICIONADO JA ESTA LIGADO \\\
      delay(3000);
    }
    else{
      myDFPlayer.play(24);  //// LIGANDO AR-CONDICIONADO \\\
      delay(3000);
    }
    digitalWrite(rele, HIGH);
  }

  if(comando_desligar==true){
    if(digitalRead(rele)==LOW){
      myDFPlayer.play(27);  //// O AR-CONDICIONADO JÁ ESTA DESLIGADO \\\
      delay(3000);
    }
    else{
      myDFPlayer.play(26);  //// DESLIGANDO AR-CONDICIONADO \\\
      delay(3000);
    }
    digitalWrite(rele, LOW);
  }

```

Fonte: Próprio Autor, 2023.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maquete e protótipo, como ilustrado na Figura 14, possuem 1 cozinha, 1 sala, 2 quartos, 1 banheiro e garagem. No interior da residência foram instalados, LEDs em 3 dos cômodos, para controle de iluminação. Na cozinha foi instalado o sensor de gás MQ-2, que monitora qualquer possível vazamento de gás ou evidência de fumaça, emitindo um sinal sonoro, por meio de um *Buzzer*, além do proprietário receber a notificação sonora, transmitida pelo módulo *DFplayer* Mini, informando o vazamento de gás, caso o mesmo seja acionado.

Na lateral de um dos quartos foi instalado um cooler que representa um sistema do ar-condicionado, que será acionado através de um relé que foi ligado a uma fonte de 5V, no outro quarto um micro servo motor simulou a abertura e o fechamento de uma janela.

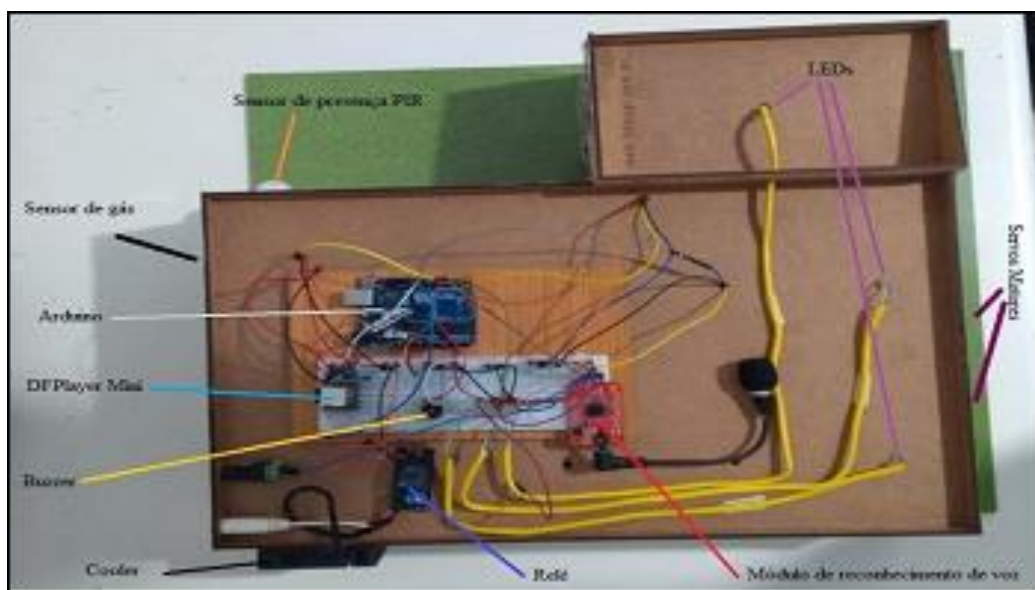
Na sala foi instalado outro micro servo motor, que faz a simulação de abertura e fechamento de uma porta e janela automática. Foi também instalado um sensor de presença PIR na lateral da maquete, que emitirá um sinal sonoro caso haja uma invasão, por meio de um *Buzzer*, em conjunto com o *DFplay* Mini. Todos esses componentes em conjunto são ilustrados na maquete das Figuras 14 e 15.

Figura 14 - Maquete



Fonte: Próprio Autor, 2023.

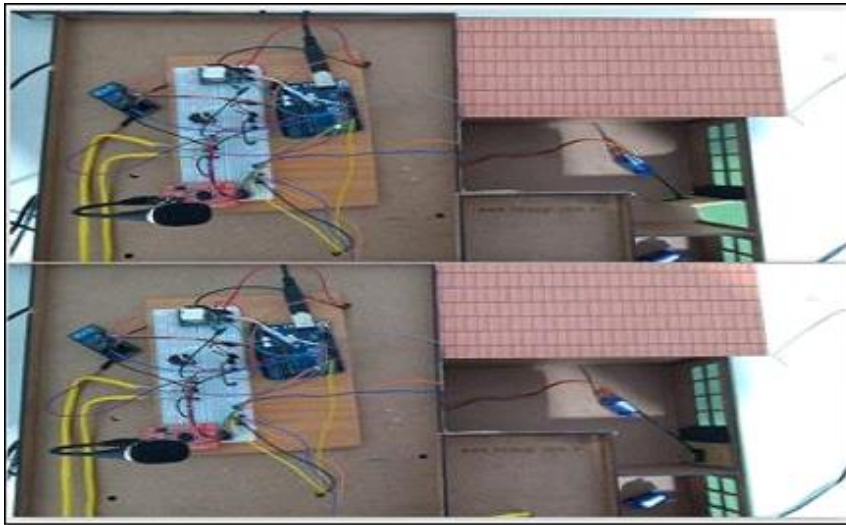
Figura 15 – Maquete com componentes



Fonte: Próprio Autor, 2023.

Como ilustra na Figura 16, quando o Módulo de reconhecimento de voz reconhece o comando “Arduino” que será usado como o comando principal, ao ser reconhecido, a casa perguntará ao usuário no que ela poderá ajudar, como se fosse uma assistente e ao mesmo tempo estará carregando uma variedade de comandos que o usuário poderá utilizar como acender, apagar, abrir, fechar, ligar e desligar componentes da casa.

Figura 16 – Simulação da abertura e fechamento da porta



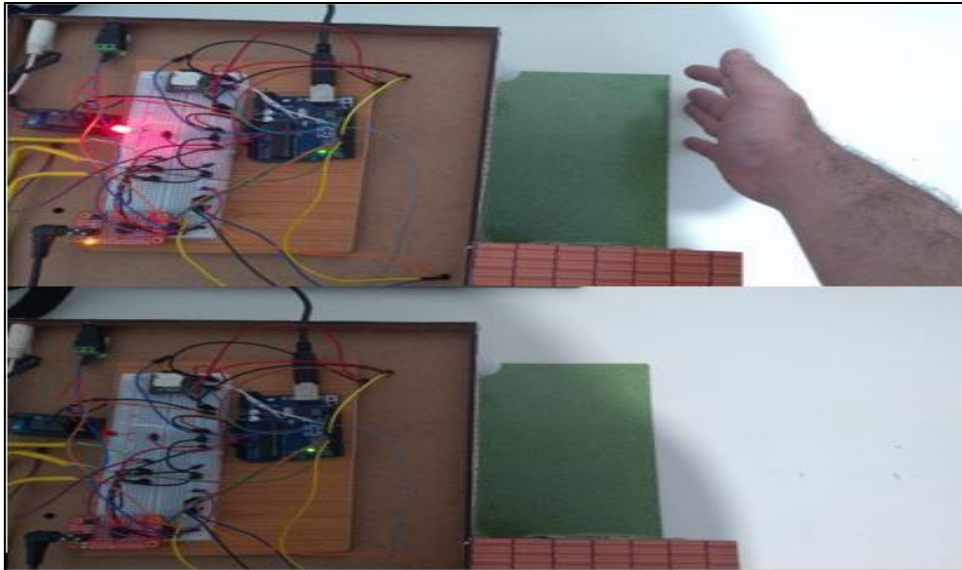
Fonte: Próprio Autor, 2023.

A cada comando que seja dado pelo usuário a casa irá respondê-lo e informá-lo de sua ação. Quando a casa for acionada pelo proprietário, será acionado o *DFplayer* que perguntará “No que posso lhe ajudar?”, caso o usuário peça para abrir a porta, como mostrado na Figura 14, será feita a seguinte pergunta “O que deseja abrir?”, então a casa informará que a porta será aberta. Se a luz de um cômodo estiver acesa e o usuário pedir para que acenda novamente, será informado ao usuário que ela já está acesa, o mesmo ocorrerá caso esteja apagada, sendo assim ele será feito com todos os aparelhos controlados pela casa.

Um dos desafios encontrados no decorrer do desenvolvimento deste projeto foi implementar os servos motores com o módulo de reconhecimento de voz, pois a cada comando reconhecido o servo motor sofria interferência elétrica, causando distúrbios nos alto-falantes que foram utilizados para a voz da casa. Este problema foi resolvido com a adoção de uma fonte individual para os micros servos motores, além da interligação dos aterramentos da fonte e do Arduino.

Para questões relacionadas à segurança da residência, foi instalado um sensor de presença infravermelho para detecção de pessoas e objetos em sua linha de alcance fazendo com que dispositivo *Buzzer* seja acionado e simulando assim um alarme. Como ilustrado na Figura 17, que foi utilizado um LED vermelho apenas para simular o *Buzzer*.

Figura 17 – Simulação do sensor de presença



Fonte: Próprio Autor, 2023.

A partir dos resultados acima apresentados, pode-se perceber que o protótipo e todos os componentes envolvidos funcionaram conforme esperado e desempenharam suas funções satisfatoriamente.

4 CONCLUSÃO

Este trabalho buscou apresentar o desenvolvimento de um sistema de automação residencial, que automatize os processos residenciais, com utilização dos microcontroladores Arduino UNO R3 e o módulo de reconhecimento de voz VR3. De acordo com o conteúdo exposto, pode-se constatar que o protótipo apresentado funcionou corretamente e possivelmente poderá ser implementado uma residência real, com dispositivos de baixo custo, respeitando a particularidade e complexidade de cada projeto.

Vale ressaltar que os componentes utilizados no projeto, após a devida instalação e configuração, funcionaram corretamente e foram avaliados como protótipo. Para o desenvolvimento de soluções finais deve-se avaliar a resistência de funcionamento dos componentes a longo prazo, com teste de carga e exaustão.

Como sugestão para trabalhos futuros, propõe-se um estudo da implementação do acesso ao sistema pela Internet, desenvolvendo um aplicativo para dispositivos móveis.

REFERÊNCIAS

ABES. **Mercado Brasileiro de Software: Panorama e Tendências**, 1ª. ed. - São Paulo: ABES - Associação Brasileira das Empresas de Software, 2021.

ARDUINO. Versão 1.8.10: Arduino Education products, 2022. Disponível em: <https://www.arduino.cc/en/software>. Acesso em: 20 jun. 2020.

BETA, Samuel; ASTUTI, Sri. Modul timbangan benda digital dilengkapi led rgb dan dfplayer mini. **Orbith: Majalah Ilmiah Pengembangan Rekayasa dan Sosial**, v. 15, n. 1, p. 10-15, 2019.

CARDOSO, E. S.; BEZERRA, M. H. **Integração de controle eletrônico através de comandos de voz aplicado em próteses mecânicas**. 2018. 99 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Tecnologia em Mecatrônica Industrial) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2018.

DA COSTA, J. R. **Aulas práticas realizadas na protoboard sob suporte de simulações criadas no Modellus**. 46 f. 2018. Dissertação (Mestrado Nacional Profissional em Ensino de Física) – Universidade Estadual Vale do Acaraú – UVA, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – IFCE, Sobral, CE, 2018.

FILIFELOP. **LED Difuso 5mm Branco x10 Unidades**. 2020, Florianópolis, SC. Disponível em: <<https://www.filieflop.com/produto/led-difuso-5mm-branco-x10-unidades/>>. Acesso em: 20 jun. 2020.

FRIZZARIN, F. B. **Arduino: Guia para colocar suas ideias em prática**. São Paulo: CASA DO CÓDIGO, 2016.

FRITZING. Versão 0.9.4: Fritzing Electronics Corporation, 2022. Disponível em: <https://fritzing.org/download/>. Acesso em: 20 jun. 2020.

SILVA JÚNIOR, J. S. **O que são resistores?** *Brasil Escola*. Disponível em: <<https://brasilecola.uol.com.br/o-que-e/fisica/o-que-sao-resistores.htm>>. Acesso em: 20 jun. 2020.

MORIMOTO, C. E. **Dicionário, Termos Técnicos de Informática**. 3. ed. São Paulo: Ensino Profissional, 2016. Disponível em: <<http://livros01.livrosgratis.com.br/hd000001.pdf>>. Acesso em: 19 jun. 2020.

SANTOS, J. W.; LARA JUNIOR, Renato Capelin de. **Sistema de automatização residencial de baixo custo controlado pelo microcontrolador esp32 e monitorado via smartphone**. 2019. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

SGARBI, J. A.; TONIDANDEL, F. **Domótica Inteligente: Automação Residencial baseada em Comportamento**. São Bernardo do Campo: Centro Universitário da Fei – Unifei, 2005.

SOAR. Versão 1: Soar.com, 2022. <https://www.soarmp3.com>.

TANNUS, A. M. **Arduino: Servomotores**. 2018. Disponível em: <<http://repositorio.aee.edu.br/bitstream/aee/1860/1/ARDUINO%20%20SERVOMOTORES.pdf>>. Acesso em: 20 jun. 2020.

THABET, M. T. **Sistema Domótico microcontrolado acessível via web**. Fatec Garça (eFatec), Garça, p. 1-34, dez 2015. Disponível em: <<http://fatecgarca.edu.br/uploads/documentos/tcc/monografias/mecatronica/20152/Gabriel%20Thomaz%20Thabet%20%20Sistema%20dom%C3%B3tico%20microcontrolado%20acess%C3%ADvel%20via%20WEB.pdf>>. Acesso em: 16 jun. 2020.