

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
COLÉGIO TÉCNICO INDUSTRIAL DE SANTA MARIA  
CURSO DE TECNOLOGIA EM ELETRÔNICA INDUSTRIAL**

**PROTÓTIPO DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL PARA TECNOLOGIA  
ASSISTIVA UTILIZANDO RECONHECIMENTO DE VOZ E  
CONTROLE ATRAVÉS DE APLICATIVO MÓVEL**

**GUILHERME GIANLUPPI MOURA**

**Santa Maria, RS, Brasil  
2022**

**GUILHERME GIANLUPPI MOURA**

**PROTÓTIPO DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL PARA TECNOLOGIA ASSISTIVA  
UTILIZANDO RECONHECIMENTO DE VOZ E CONTROLE ATRAVÉS DE  
APLICATIVO MÓVEL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
no Curso Superior de Tecnologia em Eletrônica  
Industrial de Santa Maria, como requisito  
parcial para aprovação na disciplina de TCC II.

Orientador: Dr. Saul Azzolin Bonaldo

**Santa Maria, RS, Brasil**

2022

**GUILHERME GIANLUPPI MOURA**

**PROTÓTIPO DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL PARA TECNOLOGIA ASSISTIVA  
UTILIZANDO RECONHECIMENTO DE VOZ E CONTROLE ATRAVÉS DE  
APLICATIVO MÓVEL**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
no Curso Superior de Tecnologia em Eletrônica  
Industrial de Santa Maria, como requisito  
parcial para aprovação na disciplina de TCC II.

Orientador: Dr. Saul Azzolin Bonaldo

Trabalho aprovado em 17 de fevereiro de 2022:

---

Saul Azzolin Bonaldo, Dr  
(Orientador)

---

**Rodrigo Varella Tambara, Dr**  
(UFSM)

---

**Leandro Roggia, Dr**  
(UFSM)

**Santa Maria, RS, Brasil**  
2022

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a meus pais, Roberto e Ionara, que sempre investiram e depositaram muita confiança em mim, sendo os grandes responsáveis por tudo o que já conquistei. A minha irmã, Alana, que acima de tudo é uma amiga.

Ao meu orientador, Saul, pela confiança depositada em mim e pelo apoio no desenvolvimento deste e de outros trabalhos, mas principalmente pela oportunidade.

*“Julgue o seu sucesso por aquilo que você  
teve que abrir mão para conseguí-lo.”*

Dalai Lama

# RESUMO

## PROTÓTIPO DE AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL PARA TECNOLOGIA ASSISTIVA UTILIZANDO RECONHECIMENTO DE VOZ E CONTROLE ATRAVÉS DE APLICATIVO MÓVEL

AUTOR: GUILHERME GIANLUPPI MOURA  
ORIENTADOR: SAUL AZZOLIN BONALDO

Este projeto propõe o desenvolvimento de um dispositivo de automação residencial responsável por controlar equipamentos domésticos e interagir com pessoas com deficiência física dentro de um ambiente através de comando de voz, e fornecendo ao usuário uma interface através de um aplicativo. Este estudo identificou a atribuição de tecnologia assistiva em ambiente residencial (dificuldades, inclusão e acessibilidade) em pessoas com deficiência física. A atuação deste protótipo diante às diferentes complicações apresentadas em indivíduos que possuem deficiência motora, como por exemplo o acionamento de utensílios domésticos a partir de um comando de voz e/ou aplicativo em um aparelho celular. O funcionamento do equipamento baseia-se na captação de palavras cadastradas em um banco de dados, que, após processamento digital de sinais, são convertidas em uma linguagem que é interpretada por um módulo ligado a um microcontrolador. Após os dados serem interpretados, o microcontrolador é responsável por enviar os sinais às saídas, fazendo com que os equipamentos eletrônicos residenciais sejam acionados.

**Palavras-chave:** Acessibilidade. Comando de voz. Aplicativo. Eficiência.

# ABSTRACT

## PROTOTYPE OF HOME AUTOMATION FOR ASSISTIVE TECHNOLOGY USING VOICE RECOGNITION AND CONTROL THROUGH MOBILE APPLICATION

AUTHOR: GUILHERME GIANLUPPI MOURA  
ADVISOR: SAUL AZZOLIN BONALDO

This project proposes the development of a home automation device responsible for controlling domestic equipment and interacting with people with physical disabilities within an environment through voice command, and providing the user with an interface through an application. This study identified the attribution of assistive technology in a residential environment (difficulties, inclusion and accessibility) in people with physical disabilities. The performance of this prototype in the face of the different complications presented in individuals who have motor disabilities, such as the activation of household items from a voice command and/or application on a cell phone. The operation of the equipment is based on capturing words registered in a database, which, after digital signal processing, are converted into a language that is interpreted by a module connected to a microcontroller. After the data is interpreted, the microcontroller is responsible for sending the signals to the outputs, causing the home electronics to be activated.

**Keywords:** Accessibility. Voice command. Application. Efficiency.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Elementos da comunicação. . . . .	17
Figura 2 – Estrutura do aparelho fonador. . . . .	18
Figura 3 – SpeakUp Click. . . . .	22
Figura 4 – Módulo de reconhecimento de voz V3. . . . .	22
Figura 5 – Echo Dot. . . . .	23
Figura 6 – Diagrama de operação do protótipo. . . . .	25
Figura 7 – Representação do módulo ESP8266 modelo ESP-01. . . . .	27
Figura 8 – Ilustração dos pinos do ESP8266 versão ESP-01. . . . .	28
Figura 9 – Módulo relé ESP8266 versão ESP-01 de 4 canais. . . . .	30
Figura 10 – Indicações dos pinos do módulo relé ESP8266 versão ESP-01 de 4 canais. . . . .	30
Figura 11 – Representação do comando de controle de relé realizado no Arduino IDE. . . . .	32
Figura 12 – Página inicial do aplicativo Blynk. . . . .	33
Figura 13 – Configuração para criar um projeto. . . . .	34
Figura 14 – Representação da plataforma Blynk. . . . .	35
Figura 15 – Representação dos <i>Widgets</i> . . . . .	36
Figura 16 – Configuração inicial do módulo de reconhecimento de voz V3. . . . .	37
Figura 17 – Formas de ondas nos pinos de saída do módulo de reconhecimento de voz V3. . . . .	38
Figura 18 – Diagrama de blocos do reconhecimento de fala. . . . .	40
Figura 19 – Fonte variável de 3,3 a 5V. . . . .	41
Figura 20 – Fonte de alimentação de 12V. . . . .	42
Figura 21 – Diagrama geral do funcionamento do protótipo. . . . .	42
Figura 22 – Diagrama de funcionamento do servidor Blynk. . . . .	43
Figura 23 – Diagrama geral do protótipo. . . . .	45
Figura 24 – Circuito de comando do protótipo. . . . .	46
Figura 25 – Alternativas que podem ser acrescentadas no protótipo. . . . .	47
Figura 26 – Protótipo de reconhecimento de voz ligado. . . . .	48
Figura 27 – Aplicativo Blynk para o acionamento do protótipo. . . . .	48
Figura 28 – Protótipo de reconhecimento de voz com duas lâmpadas acionadas. . . . .	49
Figura 29 – Aplicativo Blynk em funcionamento. . . . .	50
Figura 30 – Gráfico de colunas dos resultados obtidos através do aplicativo Blynk. . . . .	52
Figura 31 – Gráfico de colunas dos resultados obtidos através do módulo VR3. . . . .	54
Figura 32 – Gráficos em pizza dos resultados obtidos da eficiência do protótipo. . . . .	56



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Técnicas de extração e comparação de sinal. . . . .	21
Tabela 2 – Custo para o protótipo. . . . .	26
Tabela 3 – Descrição do módulo relé ESP8266 versão ESP-01 de 4 canais. . .	31
Tabela 4 – Comando de controle de relé em hexadecimal. . . . .	32
Tabela 5 – Parâmetros do módulo de reconhecimento de voz V3. . . . .	37
Tabela 6 – Comando para que o módulo de voz funcione em modo alternado. .	38
Tabela 7 – Comando para que o módulo funcione de modo independente. . . .	39
Tabela 8 – Percentual de acertos com o aumento da distância através do aplica- tivo Blynk. . . . .	51
Tabela 9 – Percentual de acertos para distâncias distintas através do módulo VR3.	53
Tabela 10 – Voluntários que fizeram a gravação das palavras. . . . .	54
Tabela 11 – Resultado da eficiência do reconhecimento de voz em locais com ruídos elevados. . . . .	55

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ADD	Associação Desportiva para Deficientes
ASID	Ação Social para Igualdade das Diferenças
AURESIDE	Associação Brasileira de Automação Residencial e Predial
CAGED	Cadastro Geral de Empregados e Desempregados
CADÚnico	Cadastro Único
CAPES	Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
CAT	Comitê de Ajudas Técnicas
DTW	<i>Dynamic Time Warping</i>
GMM	<i>Gaussian Mixture Models</i>
HMM	<i>Hidden Markov Models</i>
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IoT	<i>Internet of Things</i>
LPC	<i>Linear Predictive Coding</i>
LPCC	<i>Linear Predictive Cepstral Coefficients</i>
MFCC	<i>Mel-Frequency Cepstral Coefficients</i>
NPC	<i>Neural Predictive Coding</i>
NN	<i>Neural Networks</i>
ONU	Organização das Nações Unidas
OMS	Organização Mundial da Saúde
PCD	Pessoas com deficiências
PNS	Pesquisa Nacional de Saúde
PLP	<i>Perceptual Linear Prediction</i>
RAIS	Relação Anual de Informações Sociais
RAL	Reconhecimento Automático de Locutores
RAF	Reconhecimento Automático de Fala
SVM	<i>Support Vector Machines</i>
TA	Tecnologia Assistiva
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
VQ	<i>Vector Quantization</i>

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>8</b>
1.1	Objetivo	9
1.2	Objetivo Geral	9
1.3	Objetivos específicos	9
1.4	Estrutura do trabalho	10
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b>	<b>11</b>
2.1	Tecnologia Assistiva	11
2.2	Automação Residencial ou Domótica	12
2.3	Automação Residencial Inclusiva	14
2.4	Reconhecimento de voz	15
2.4.1	Comunicação oral	16
2.4.2	Aparelho fonador	17
2.4.3	Problemas envolvendo reconhecimento de voz	18
2.4.4	Processamento de sinais	20
2.5	Dispositivos eletrônicos voltados para o reconhecimento de voz	21
<b>3</b>	<b>METODOLOGIA</b>	<b>24</b>
3.1	1º Etapa - Fontes e coleta de dados	24
3.2	2º Etapa - Estágio de operação do projeto	25
3.2.1	ESP8266 modelo ESP-01	26
3.2.2	Módulo relé ESP8266 versão ESP-01 de 4 canais	29
3.2.3	Blynk	32
3.2.4	Módulo de Reconhecimento de voz V3	36
3.2.5	Fonte Ajustável	41
3.2.6	Fonte de alimentação	41
<b>4</b>	<b>DISCUSSÃO DOS RESULTADOS</b>	<b>45</b>
4.1	Protótipo	45

4.2	Testes para primeira abordagem . . . . .	47
4.3	Testes para segunda abordagem . . . . .	50
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS . . . . .</b>	<b>57</b>
5.1	Produção científica . . . . .	58
5.2	Trabalhos futuros . . . . .	59
	<b>REFERÊNCIAS . . . . .</b>	<b>60</b>
	<b>APÊNDICE A – CIRCUITO DE CONTROLE DO PROTÓTIPO . . . . .</b>	<b>64</b>

# 1 INTRODUÇÃO

A Organização das Nações Unidas adotou a nomenclatura oficial como Pessoa com deficiência, cuja sigla é PCD. Esta nomenclatura foi optada a partir da Convenção sobre os Direitos das Pessoas com Deficiência das Nações Unidas, realizada em meados de 2006 (ONU, 2006).

De acordo com o Relatório Mundial sobre a Deficiência, publicado pela Organização Mundial da Saúde, em 2011 existem mais de meio bilhão de Pessoas com deficiência (PCD) no mundo. A pesquisa mais recente do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística sobre deficiência, o Censo 2010, indica que cerca de 23,9% da população brasileira (45.606.048) apresenta algum tipo de deficiência, seja visual, física, mental ou auditiva, e, dentre elas, 26,5% são mulheres e 21,2% são homens. A Pesquisa Nacional de Saúde também estimou 200,6 milhões de pessoas residentes em domicílios particulares permanentes, em 2013 cerca de 6,2% deste total possuía pelo menos uma das quatro deficiências (IBGE, 2010; PNS, 2013).

Steven Dubner (2008), presidente da Associação Desportiva para Deficientes, avalia que o Brasil está muito atrasado em relação aos países desenvolvidos no que se refere às políticas de emprego voltadas ao deficiente físico. A razão disso é que as dificuldades que muitas pessoas com deficiência enfrentam ao ingressar no mercado de trabalho estão diretamente relacionada às poucas oportunidades de realizar cursos e treinamentos profissionais, o que resulta em baixa qualificação para o exercício do trabalho. O fato é que a inclusão das pessoas com deficiência não é simplesmente uma questão de promover o acesso físico a lugares ou o ingresso no mercado de trabalho, mas sim, uma questão de respeito e inclusão social (Dubner, 2008).

O uso da automação como fator de inclusão é um tema que já vem sendo estudado há muito tempo. Ao acompanhar jornais e portais de notícias podemos ver os mais diversos esforços em diferentes áreas do conhecimento para fornecer condições dignas de vida. No ano de 2003 em São Paulo, houve o salão e fórum BRASILTEC, onde foi apresentada ao público uma área que concentrava as mais avançadas tecnologias residenciais da época para pessoas com deficiência, ficando conhecida como Casa Inteligente Inclusiva.

Atualmente, a Casa Inteligente Inclusiva vem se tornando regular em locais que apresentam indivíduos portadores de deficiência. Muito se diz a respeito sobre as novidades tecnológicas que irão tomar nossas residências em um futuro próximo,

porém, devemos estar mais cientes em relação a isso, pois já se encontram projetos, estudos e tecnologias para que dessa forma, possamos ter em nossas casas recursos efetivamente realizados com o auxílio da automação. De acordo com os dados divulgados pelo portal de notícia *Inmodiario*, haverá um crescimento de 11,35% de sistemas domóticos em edificações já no início da década de 2020, em contexto mundial (Gutiérrez, Marcos, 2015).

Segundo a Associação Brasileira de Automação Residencial (AURESIDE), há duas possibilidades de ser realizada essa automação. A primeira delas é apresentar todos os equipamentos e materiais que serão utilizados ainda no período da construção. A segunda envolve a instalação em residências que já apresentam esse tipo de suporte, de maneira que se possa fazer a instalação de equipamentos, tais como: acionamento de lâmpadas, ventiladores, televisões, ar condicionado; aos quais, pretende-se, por meio desse projeto, apresentar a relação da tecnologia assistiva no meio residencial.

## 1.1 Objetivo

A seguir são apresentados os objetivos gerais e específicos deste trabalho.

## 1.2 Objetivo Geral

O objetivo deste estudo é tornar práticas, confortáveis e acessíveis as tarefas diárias realizadas nas residências para PCDs. O dispositivo é capaz de identificar o comando de voz interpretando-o e enviando uma resposta dessa ação enviada ao sistema, interagindo com o usuário. Além disso, o usuário também fará o monitoramento via aplicativo.

## 1.3 Objetivos específicos

- Utilizar o comando de voz para fazer o acionamento de equipamentos eletrônicos residenciais;
- Controlar o estado (ligado/desligado) dos dispositivos eletrônicos residenciais que foram adotados por comando de voz;
- Utilizar um aplicativo de celular para que o usuário também possa controlar o estado (ligado/desligado) dos equipamentos;
- Apresentar diferentes tópicos envolvendo reconhecimento de voz;

- Apresentar os mecanismos utilizados para a construção do projeto;
- Avaliar as limitações do reconhecimento de voz;
- Realizar um protótipo para a representação de uma residência;
- Realizar testes preliminares para validar a eficiência do protótipo.

## 1.4 Estrutura do trabalho

Este trabalho foi organizado em cinco capítulos. O capítulo 1 apresenta a introdução e os objetivos do trabalho. No Capítulo 2 encontra-se o Referencial Teórico, que consiste na base principal para o entendimento do tema que será abordado. No Capítulo 3 descreve-se a metodologia do trabalho, como fontes, coleta de dados e montagem do protótipo. O Capítulo 4 visa abordar os resultados obtidos no protótipo que foi realizado. Por fim, no Capítulo 5, as considerações finais do trabalho são apresentadas.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

Neste capítulo serão apresentados alguns conceitos para o entendimento do sistema implementado. Será abordada a importância da utilização de tecnologia assistiva, tal como, assistente virtual e módulos de reconhecimento de voz, destacando-se suas vantagens e desvantagens.

### 2.1 Tecnologia Assistiva

Nos dias atuais, em meio à era digital e ao rápido desenvolvimento das TICs (Tecnologias de Informação e Comunicação) é preciso que o ambiente residencial e de trabalho estejam dispostos a operar com os desafios da atualidade (ALDAIR GOMES; GOMES NAZARI; NAZARI, 2017). A tecnologia não precisa só ser definida com objetos, recursos, equipamentos ou dispositivos para a realização de uma tarefa e sim, tudo que o homem produziu ou produz para amplificar nossas capacidades físicas, mentais, a comunicação entre as pessoas, para dar sentido à vida e ao mundo (FERREIRA; MARTINS; SILVA, 2016).

É importante ressaltar que o avanço das TICs tem permitido maiores possibilidades de disseminação de informações, proporcionando mais acesso a elas. Porém é necessário desenvolver em um mesmo ritmo, habilidades e competências para que possamos apossar dos conhecimentos oferecidos pela informação (AMEM; NUNES, 2006).

Nesse sentido, as novas TICs responsabilizam, progressivamente, um papel relevante como instrumento cultural, possibilitando acessibilidade, autonomia, interação e aprendizagem a indivíduos com deficiência, constituindo, assim, um canal de comunicação com o mundo (ALDAIR GOMES; GOMES NAZARI; NAZARI, 2017).

O termo tecnologia assistiva surge pela primeira vez em 1988 nos Estados Unidos:

O termo *Assistive Technology*, traduzido no Brasil como Tecnologia Assistiva, foi criado oficialmente em 1988 como importante elemento jurídico dentro da legislação norte-americana, conhecida como *Public Law 100-407*, que compõe, com outras leis, o ADA - *American with Disabilities Act*. Este conjunto de leis regula os direitos dos cidadãos com deficiência nos EUA, além de prover a base legal dos fundos públicos para compra dos recursos que estes necessitam. Houve a necessidade de regulamentação legal deste tipo de tecnologia, a TA, e,



a partir desta definição e do suporte legal, a população norte-americana, de pessoas com deficiência, passa a ter garantido pelo seu governo o benefício de serviços especializados e o acesso a todo o arsenal de recursos que necessitam e que venham favorecer uma vida mais independente, produtiva e incluída no contexto social geral (BERSCH, 2005, p.3).

Segundo o Comitê de Ajudas Técnicas (CAT), destacam-se outras definições de TA, com os seguintes conceitos de tecnologia assistiva:

Tecnologia Assistiva é uma área do conhecimento, de característica interdisciplinar, que engloba produtos, recursos, metodologias, estratégias, práticas e serviços que objetivam promover a funcionalidade, relacionada à atividade e participação de pessoas com deficiência, incapacidades ou mobilidade reduzida, visando sua autonomia, independência, qualidade de vida e inclusão social (BRASIL, Comitê de Ajudas Técnicas, 2009).

Dessa maneira, a Tecnologia Assistiva, como uma forma de inclusão, está relacionada com os processos que favorecem, compensam, potencializam ou auxiliam, as habilidades ou funções pessoais comprometidas pela deficiência (GALVÃO FILHO, 2013), onde geralmente estão relacionadas às:

- Funções Visuais;
- Funções Motoras;
- Funções Auditivas;
- Funções de Comunicação;

A partir dessa percepção, a tecnologia assistiva poderá auxiliar as pessoas com deficiência no seu processo de construção do conhecimento, bem como sua interação aos ambientes digitais, abrangendo as tecnologias de acessibilidade.

## 2.2 Automação Residencial ou Domótica

Uma definição mais atual de automação residencial, também conhecida como domótica, vem evoluindo nos últimos anos. O conceito de casas e prédios inteligentes pode ser definido como a aplicação de mecanismos automáticos, permitindo realizar a gestão, local ou remota, e oferecer uma vasta gama de aplicações nas áreas da

segurança, conforto, comunicações e gestão de energia (MARIOTONI, ANDRADE, 2002).

De acordo com a Associação Brasileira de Automação Residencial, define-se automação residencial como:

A automação residencial pode ser definida como um conjunto de serviços proporcionados por sistemas tecnológicos integrados, como o melhor meio de satisfazer as necessidades básicas de segurança, comunicação, gestão energética e conforto de uma habitação (AURESIDE, 2013, p.1).

Segundo José Cândido Forti, presidente da AURESIDE, “transformar casas em confortáveis refúgios capazes de oferecer segurança e economia de custos é uma das vantagens da automação residencial”. O que antes parecia ser um privilégio apenas da família Jetson, começa a se difundir nos empreendimentos residenciais de alto nível, transformando o conceito de casa do futuro em casa do presente. (TEZA, 2002, p.24).

Inicialmente, a implementação de um sistema domótico era bastante caro, fatores como equipamentos e uma mão de obra especializada era muito custoso e de difícil contato. Entretanto, ao longo dos anos essa dificuldade vem diminuindo, possibilitando a utilização de sensores e atuadores para implementar uma arquitetura descentralizada. A utilização desses protocolos, fez com que a domótica tivesse uma maior acessibilidade (LINS, MOURA, 2010, p.4).

As formas de controle desse mecanismo são realizadas por meio da implementação de um sistema domótico, onde a execução do mesmo pode ou não estar integrado a outros dispositivos envolvidos. Para PINHEIRO (2004), tais formas de controle classificam-se em três níveis de interação:

- Autônomo: Esse tipo de sistema é utilizado somente para ligar ou desligar dispositivos ou subsistemas, independentemente (TEZA, 2002, p.32).
- Integração: Nos integrados, o sistema é projetado para ter múltiplos subsistemas integrados a um único controlador. A limitação deste sistema é que não pode ser personalizado, ou seja, cada subsistema deve ainda funcionar unicamente na forma a qual o seu fabricante pretendia (TEZA, 2002, p.32).
- Complexos: Dispõem de um grande diferencial, a possibilidade da personalização dos produtos manufaturados de modo que atendam às necessidades do usuário

(SOUZA, 2018, p.28). O sistemas dependem de comunicação de mão-dupla e realimentação de status entre todos os subsistemas (TEZA, 2002, p.33).

## 2.3 Automação Residencial Inclusiva

A automação residencial por reconhecimento de voz está se tornando uma das formas mais adequadas a pessoas com deficiência ou com algum tipo de mobilidade reduzida, seja por uma deficiência ou idade avançada. Possibilita ao usuário ter acesso aos dispositivos eletroeletrônicos, como ventiladores, lâmpadas, TVs, portas, entre outros (SOUZA, 2018, p.29).

A automação residencial também é conhecida em Inglês como *home automation*, e em português pelo termo "Domótica":

Domótica é a automação e o controle aplicados à residência. Esta automatização e controle se realizam mediante o uso de equipamentos que dispõem de capacidade para se comunicar interativamente entre eles e com capacidade de seguir as instruções de um programa previamente estabelecido pelo usuário da residência e com possibilidade de alterações conforme interesses. Em consequência, a domótica, permite maior qualidade de vida, reduz o trabalho doméstico, aumenta o bem-estar e a segurança, racionaliza o consumo de energia e, além disso, sua evolução permite oferecer continuamente novas aplicações. (MURATORI, DAL BÓ, p.70).

Neste sentido, entende-se que a automação residencial vem oferecendo uma enorme gama de soluções que facilitam a vida destas pessoas, concedendo conveniência ao indivíduo, de forma que este possa ter maior autonomia e independência em suas atividades diárias (SOUZA, 2018, p.30).

FERREIRA (2010, p.1) explica que:

Se a domótica tem representado a comodidade para as pessoas sem limitações motoras, fica fácil prever a sua grande importância se for colocada a serviço da superação das possíveis limitações que um problema de ordem física pode ocasionar ao seu portador.

A decisão por optar por uma automação residencial ou a uma automação residencial inclusiva permite a inclusão desse tipo de pessoa e também melhorando sua qualidade de vida.

## 2.4 Reconhecimento de voz

Antes dos anos 2000, o reconhecimento de voz estava no início de seu desenvolvimento para entrar no mundo da tecnologia. A Microsoft, por exemplo, já vinha testando a integração do reconhecimento de voz com a internet, em seu sistema de busca *Bing*. De acordo com seu estudo da Google de 2014, cerca de 41% dos adultos e 55% dos jovens usam o mecanismo de busca por voz mais de uma vez por dia (Google, 2014).

A utilização de sistemas de reconhecimento de voz na automação residencial teve um aumento de forma considerável nos últimos anos. A expressão "reconhecimento de voz" vem sendo bastante utilizada em diversas áreas, dentre elas, destacam-se quatro:

- O reconhecimento de palavras (utilizadas nos comandos de voz) é caracterizado pelo processamento de um pequeno trecho da fala, com a finalidade de identificar que tipo de ação o sistema deve tomar (GUILHOTO; ROSA, 2001, p.5).
- O reconhecimento de fala natural (ou fala contínua) envolve uma ou mais frases, onde o reconhecimento é convertido em texto. Sua aplicação é comum em ditado de documentos, áreas de processadores de texto, escrita de e-mail, entre outros (GUILHOTO; ROSA, 2001, p.5).
- A síntese de voz faz basicamente com que o texto recebido em forma digital seja transformado em ondas sonoras, ou seja, fazem-se uma leitura em voz alta (GUILHOTO; ROSA, 2001, p.5).
- A autenticação é utilizada em sistemas que possam permitir que o indivíduo tenha acesso a uma determinada função pelo auxílio da voz. Já que a voz é única para cada pessoa, ela permite ser aplicada em identificação ou segurança (GUILHOTO, ROSA; 2001, p.5).

Muitos produtos que são lançados no mercado voltado para pessoas com deficiência física, crianças e idosos, apresentam uma questão: a fabricação desse produto baseia-se em ditados e precisam de um pré-treinamento do usuário para que o sistema reconheça o seu padrão de voz. O problema disso é que o sistema necessita de microfones mais eficientes para que possa garantir uma qualidade melhor no reconhecimento, visto que ruídos, ecos e falta de nitidez atrapalham consideravelmente o reconhecimento da fala (TEZA, 2002, p.48).

Segundo Teza (2002, p.48), para que um sistema de reconhecimento de voz seja implantado, é preciso analisar os seguintes itens:

- Deve ser operado com eficiência mesmo com o ruído normal de um ambiente;
- O sistema deve operar usando microfones ativos distribuídos pela casa, que captam todo som ambiente, incluindo os comandos de voz, que devem ser reconhecidos e interpretados;
- O sistema de reconhecimento de voz deve ser um opcional nos sistemas automatizados, ou seja, para os usuários que são impossibilitados de falar, deverá haver os comandos manuais, como interruptores, sensores, controles remotos e painéis de controle;
- Deve permitir a possibilidade de um *feedback* sonoro opcional para que seja confirmado para o usuário tenha o recebimento do comando de automação.

Dentro do reconhecimento de voz, existem diversos processos práticos e teóricos que permitem que sua efetividade seja realizada corretamente. Apesar disso, o estudo desses processos quando aprofundados se tornam uma tarefa difícil de ser executado, pois envolve tanto conhecimentos matemáticos, linguísticos, anatômicos, linguagem de programação, entre outros.

Nas sessões seguintes, serão abordados os principais processos que ocorrem durante o estudo do reconhecimento de voz, desde sua forma mais simples, seus principais problemas como técnicas e modelos matemáticos que envolve o reconhecimento de voz.

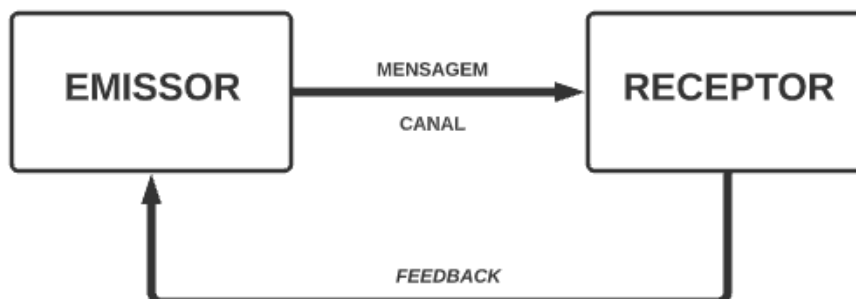
#### **2.4.1 Comunicação oral**

A comunicação oral é um meio onde nós seres humanos encontramos uma maneira de compartilharmos informações um com os outros para a partir disso, transmitir uma mensagem. Dentro da comunicação oral, temos alguns dos elementos do processo de comunicação. O emissor é responsável por gerar o processo e tomar a iniciativa. O receptor é quem recebe a mensagem. A mensagem é a ideia em que o emissor quer passar ao receptor (VARGAS, 2017).

Quando é comentado sobre a comunicação oral, entende-se que no meio dessa abordagem pode haver diversas barreiras para que a mensagem não seja entregue corretamente, onde o ambiente em que o emissor se encontra possa interferir com o conteúdo do sinal, podendo levar a mensagem que o mesmo realizou, não se

assemelhar com a que o receptor irá escutar. A Figura 1 representa os elementos que compõem a comunicação.

**Figura 1** – Elementos da comunicação.



Fonte: Autoria própria.

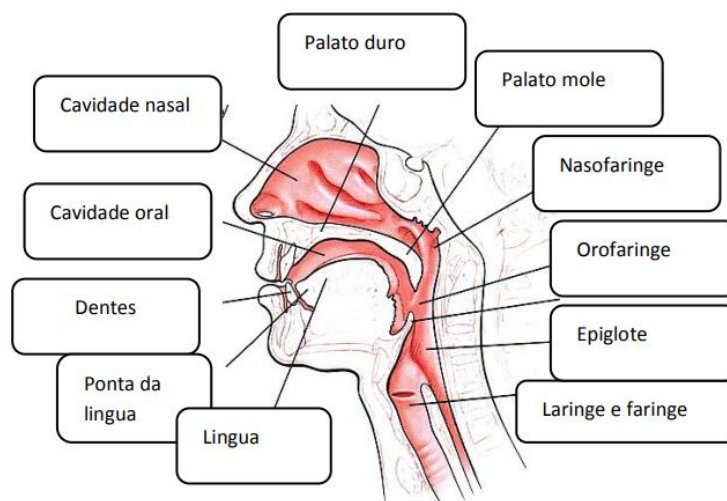
### 2.4.2 Aparelho fonador

As pregas vocais, ou habitualmente chamada de cordas vocais, são estruturas que tem a responsabilidade de emitir os sons. Possuindo uma grande importância para o homem, por meio de sua ação. A comunicação humana permitiu identificar também características únicas de som em cada ser humano, como o som agudo caracterizado pelo alongamento das cordas vocais, e o grave é caracterizado pelo encurtamento das cordas vocais (LIMA, 2016).

Há vários mecanismos envolvidos na modificação da frequência da voz, sendo os principais o comprimento, a massa e a tensão das pregas vocais, durante a vibração. Quanto mais as pregas vocais forem alongadas, mais rápido se realizarão os ciclos glóticos e mais aguda será a frequência produzida. Em contrapartida, quanto maior for a massa das pregas vocais a ser colocada em vibração, menos ciclos glóticos serão realizados, agravando a frequência. Logo, quanto maior for a tensão das pregas vocais, mais rápidos serão os ciclos e mais aguda será a frequência produzida 2,3,34,39 (FINGER; CIELO, 2007).

O aparelho fonador tem uma grande diversidade de órgãos que auxiliam na geração de voz. Segundo Fukuyama (2001), o aparelho fonador é dividido em: Aparelho respiratório, constituído pela laringe, responsável pelas fontes de vibrações e o trato vocal, encarregado pelo sistema ressonador composto pela faringe, boca e nariz. A figura 2 exibe a estrutura do aparelho fonador.

**Figura 2** – Estrutura do aparelho fonador.



Fonte: Dimon (2011, p.77)

### 2.4.3 Problemas envolvendo reconhecimento de voz

Durante o reconhecimento de voz uma das principais dificuldades de se analisar são os problemas que ocorrem durante o processo. Quando utilizamos aparelhos eletrônicos para utilização ou identificação sejam eles, digitais ou analógicos, o que observamos é o som que foi gravado ou captado e não o som que realmente foi reproduzido (LADEFOGED, 1996).

Segundo Strannby (2001), quando se utiliza o reconhecimento de voz, o processo em que o sistema reconhece a fala que foi transmitida, o mesmo traz diversas imprecisões, onde elas são ocasionadas tanto pelo microfone que está sendo utilizado e o módulo que faz a conversão do áudio quanto as características fonéticas que são reproduzidas.

Quando observa-se os empecilhos ao analisar o reconhecimento de voz, pode-se observar também os seguintes conflitos:

- Sensibilidade: Dependendo do microfone ou equipamento que o usuário esteja utilizando, pode acontecer desse dispositivo apresentar maior sensibilidade a maiores faixas de frequência, visto que a sua calibração é bastante relevante se tratando do reconhecimento de voz (NOVAIS, 2012).
- Ambiente: O local onde está sendo utilizado o reconhecimento de voz é um ponto muito importante, pois pode acabar reduzindo a atuação dos sistemas de reconhecimento de voz em lugares acústicos não favoráveis, fazendo com que o

sinal seja distorcido (GORDILLO, 2018).

- Ruídos: Ao analisar o sinal obtido, pode acontecer do microfone registrar uma mistura de sinal, ocasionado pelo ambiente em que se encontra ou até pelo próprio dispositivo que o transmite (NOVAIS, 2012).
- Variação fonética: Se tratando da complexidade que há na linguística envolvendo reconhecimento de voz, a separação silábica a própria pausa entre palavras e também a frequência de cada sílaba são um dos grandes obstáculos quando é abordado o reconhecimento de voz (MARÍN, 2006).

Se tratando dos populares assistentes de vozes como a Alexa, Siri e a Google que utilizam software de reconhecimento de voz para que usuários possam realizar suas ações, percebeu-se a complexidade dos dispositivos recentes de captarem a linguagem realizadas por crianças. Isso se deve, pelo fato de que as crianças até uma certa idade ou PCDs apresentam algumas dificuldades na reprodução da fala tal como, pontuação e pronúncia de uma frase, o alongamento de uma sílaba e até mesmo não reproduzir algumas palavras em uma frase. De acordo com Scanlon (2020), fundadora do *SoapBox Labs*, acrescenta que: "Não é apenas que as vozes das crianças são mais aguda, suas pregas vocais são mais finas e curtas, suas pregas vocais menores e sua laringe ainda não está totalmente desenvolvida. Isso resulta em padrões de fala muito diferentes dos de uma criança mais velha ou de um adulto."

De acordo com AOL Autos (2011), escreve que: "Os fabricantes de automóveis reconhecem que as mulheres têm mais dificuldade em usar a tecnologia de reconhecimento de voz do que os homens, em decorrência da dificuldade que os sistemas de reconhecimento de voz possuem para captar a voz feminina", e com isso pode-se ir mais longe, na mesma publicação é mencionado também que pessoas estrangeiras com sotaques também apresentam dificuldades para realizar uma ação utilizando reconhecimento de voz.

As soluções para isso, de acordo com as montadoras, é mudar a maneira que o usuário fala. Para Schalk (2011), vice-presidente de tecnologia de voz do fornecedor automotivo ATX Group, afirma que: "Muitos problemas com a voz das mulheres poderiam ser corrigidos se as mulheres motoristas estivessem dispostas a fazer um treinamento prolongado ... As mulheres poderiam ser ensinadas a falar mais alto e direcionar suas vozes para o microfone". Obviamente que este comentário absurdo não percorreu muito bem nas mídias, já que o usuário utiliza do produto de uma empresa com o objetivo que ele funcione corretamente.



#### 2.4.4 Processamento de sinais

Dentro do processamento de sinais direcionado ao reconhecimento de voz, encontram-se diversos meios tecnológicos e uma grande variedade de aplicações. Recentemente a utilização de reconhecimento automático de locutores (RAL) estão em grande evolução, pois permitem que sistemas de segurança possam captar a identidade original do locutor analisando somente uma amostra de voz. Outra aplicação é reconhecimento automático da fala (RAF), onde indústrias estão buscando a sua implementação para substituir os periféricos de entrada como o mouse e teclado por exemplo, buscando assim, um grande avanço na interação entre humanos e máquinas.

O processo de extração de características da fala é de fundamental importância quando projetos de reconhecimento de voz é abordado. Já que o sinal digital possui uma grande quantidade de dados, assim sendo, a sua análise direta além de exigir um determinado tempo e processamento considerável, certamente não apresentará resultados expressivos. A extração de características nada mais é do que identificar quais os componentes do sinal de áudio são redundantes e descartar as outras partes que não possuem significância alguma para o conteúdo linguístico (SILVA, 2009).

SILVA (2009, p.12) explica que:

A idéia básica da extração de parâmetros é representar segmentos, fonemas ou qualquer outra unidade de fala com o menor número possível de parâmetros, de forma que estes contenham informações suficientes para caracterizar o sinal de fala. Por melhor que seja o classificador, este não apresentará bons resultados se os parâmetros utilizados durante o treinamento ou reconhecimento não contiverem informações relevantes. Uma redução no volume de dados de forma a fornecer apenas um conjunto pequeno de parâmetros, porém contendo informações suficientes para a caracterização do sinal, a um classificador viabilizará uma classificação robusta e confiável.

Como já foi visto anteriormente, se tratando de realizar uma análise eficiente do reconhecimento de voz, percebe-se que há diversos empecilhos durante o processo. Cada vez mais encontram-se dificuldades na criação de sistemas de reconhecimento de voz, pois a extração e análise do sinal de voz são diferentes em cada ser humano.

Yanase (2007) explica que, durante uma extração e comparação de um sinal de voz podemos encontrar duas técnicas: Extração de características e confronto das características. Na tabela 1 podemos observar essas técnicas:

**Tabela 1** – Técnicas de extração e comparação de sinal.

Técnicas para extração de características	Técnicas de confronto das características
Linear Predictive Coding (LPC)	Vector Quantization (VQ)
Linear Predictive Cepstral Coefficients (LPCC)	Dynamic Time Warping (DTW)
Mel-Frequency Cepstral Coefficients (MFCC)	Gaussian Mixture Models (GMM)
Perceptual Linear Prediction (PLP)	Hidden Markov Models (HMM)
Neural Predictive Coding (NPC)	Neural Networks (NN)
	Support Vector Machines (SVM)

Fonte: Yanase (2007, p.8).

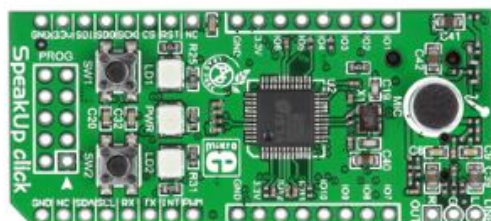
Neste trabalho não serão aprofundadas essas técnicas mencionadas, pois não é o objetivo do mesmo. Para mais informações, é possível encontrar detalhes mais aprofundados em artigos e dissertações como Matuck (2005) e Yanase (2007).

## 2.5 Dispositivos eletrônicos voltados para o reconhecimento de voz

Diversos dispositivos estão sendo inseridos no mercado em decorrência do crescimento dos setores de automação e IoT (*Internet of Things*). O desenvolvimento de dispositivos como sensores, atuadores e plataformas embarcadas com microcontroladores ou microprocessadores vem sendo cada vez utilizados em automações, melhorando sua eficiência e seu custo-benefício (SOUZA, 2018, p.36).

Um dos dispositivos utilizados é o *SpeakUp Click Board*, ilustrado pela Figura 3, empregado em sistemas de reconhecimento de voz. Usando uma interface simples no computador, você pode configurá-lo para reconhecer mais de 200 comandos de voz diferentes, gravando uma palavra ou frases de 2 segundos e atribuindo uma função. Uma vez já feitas as preparações necessárias, no próprio site da *Mikroelektronika* conhecido como *Libstock*, é possível encontrar diversos exemplos de *mikroC*, *mikroBasic* e *mikroPascal* para auxiliar no projeto. Porém, um dos grandes problemas encontrados nesse dispositivo são:

- Não é capaz de ter um reconhecimento de voz confiável;
- A captação do microfone não é boa em uma distância razoavelmente pequena em decorrência da saturação;
- O seu sistema de processamento é lento.

**Figura 3** – SpeakUp Click.

Fonte: mikroe.com.

Outra plataforma bastante conhecida e utilizada é o Arduino Uno, com uma linguagem de programação fácil e uma grande comunidade presente. Fabricantes passaram a desenvolver dispositivos nessa plataforma devido a ser uma das maiores plataformas de aprendizado mais utilizadas em sistemas de comunicação (SOUZA, 2018, p.36).

A *ELECHOUSE* por sua vez como pode-se visualizar na figura 4 desenvolveu o módulo de reconhecimento de voz V3 compacto e de fácil controle. Esse módulo, é capaz de suportar até 80 comandos de voz. Para seu funcionamento, o usuário precisa treinar o módulo antes de permitir que o mesmo reconheça qualquer comando de voz. Suas vantagens em relação ao *SpeakUp Click Board* são:

- Permite se comunicar com placas semelhantes ao Arduino;
- Possui uma precisão de até 99% em ambientes adequados;
- Permite operar até 7 comandos de voz eficazes ao mesmo tempo.

**Figura 4** – Módulo de reconhecimento de voz V3.

Fonte: smartkits.com.br.

Mais adiante será abordado com mais detalhes o funcionamento do módulo de reconhecimento de voz V3.

Algumas empresas fornecem esses serviços em aparelhos celulares. Os que mais recebem destaque são o IOS, Android e *Windows Phone*, disponíveis no mercado como *Siri* (CANALTECH, 2020), *Google Now* (TECHTUDO, 2015), *Cortana* (MICROSOFT, 2020), podendo oferecer o controle do dispositivo, tal como, fornecer hora, temperatura, e efetuar chamadas.

A *Alexa* (AWS, 2020) é uma assistente virtual desenvolvida pela *Amazon*, sendo atualmente um assistente doméstico mais promissor. Diferentemente das propostas relatadas anteriormente, a *Amazon* lançou o auto-falante inteligente *Echo* ilustrado na figura 5, que evita o uso de *softwares* e dispositivos eletrônicos como celulares e computadores. Como qualquer outro assistente virtual capaz de controlar dispositivos inteligentes da casa, apresentam alguns pontos que diferem dos outros dispositivos já relatados.

- Pode efetuar chamadas para amigos e familiares que possuem dispositivos compatíveis com *Echo*;
- Pode ser usado com serviços de localização, tal como, localizar restaurantes e bares informando sobre as classificações dadas pelos clientes;
- Qualquer pessoa pode identificar quem está presente em um ambiente com base em conversas particulares feitas pela *Echo*;
- É um dispositivo baseado em nuvem, logo, pode haver complicações futuras caso haja algum problema com a nuvem.

**Figura 5** – Echo Dot.



Fonte: girafa.com.br.

### 3 METODOLOGIA

Este capítulo tem por finalidade apresentar os procedimentos que foram realizados para atingir o objetivo do trabalho. Serão abordadas as etapas de operação para que seja possível realizar o estudo. Nesta perspectiva, foram utilizadas as seguintes etapas:

#### 3.1 1º Etapa - Fontes e coleta de dados

A seguir serão apresentadas as fontes que forneceram a resposta adequada à solução do problema proposto:

- I) Foram utilizadas mais de 15 monografias, disponíveis nas bibliotecas da UFSC, IFPB, FAGED/UFBA, UFPE, CTAI, UFU, CENT publicados no período de (2001 a 2021).
- II) Artigos científicos foram acessados nas bases de dados na Scielo, CAPES, arXiv, publicados nos últimos 25 anos de (1995 a 2020). Foram utilizados por volta de 15 artigos nacionais e 5 internacionais.

Para critério de seleção de fontes, foram abordadas bibliografias de tecnologia assistiva, automação residencial, automação inclusiva e reconhecimento de voz.

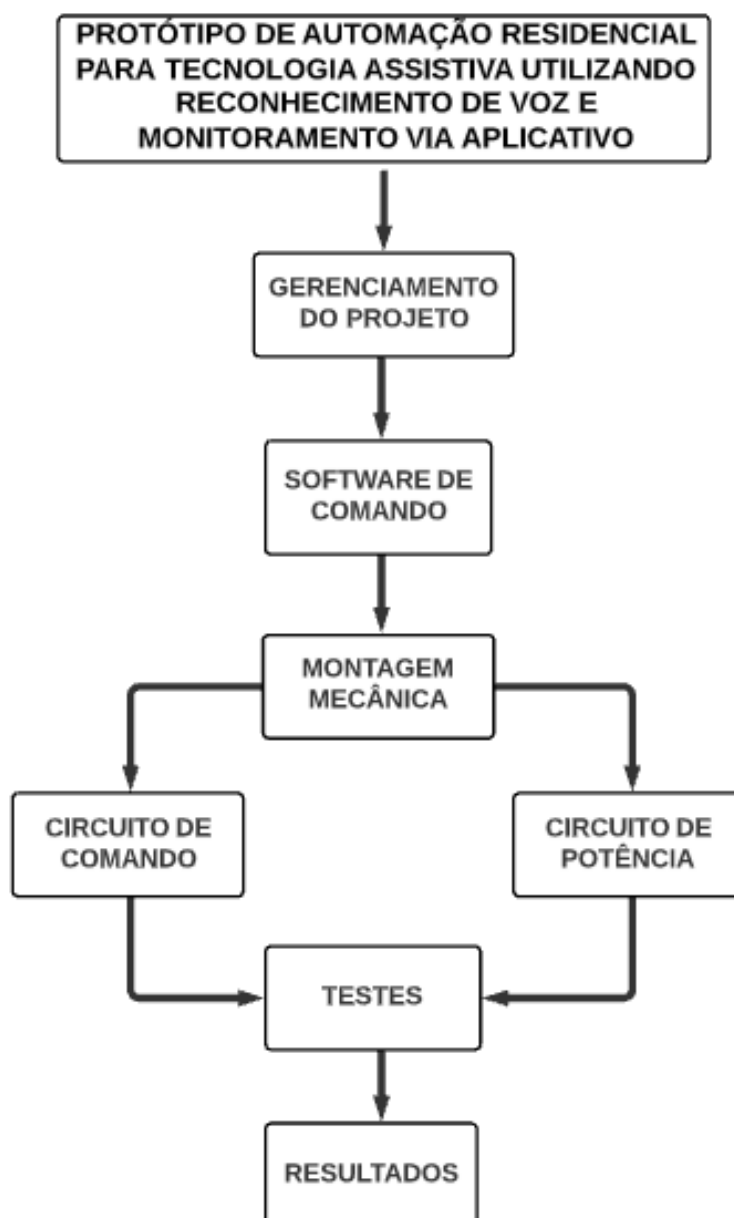
A coleta de dados seguiu a seguinte premissa:

- I) Leitura rápida (leitura com o objetivo de analisar e concluir se a obra consultada é de interesse para o trabalho);
- II) Leitura aprofundada (leitura de uma forma mais seletiva das partes que realmente interessam).
- III) Leitura literal primária (Enfatiza os dados de maneira explícita).
- IV) Leitura literal em profundidade (Enfatiza resultados e conclusões).

## 3.2 2º Etapa - Estágio de operação do projeto

Inicialmente foi projetado um fluxograma, como podemos ver na figura 6 como forma de representação para descrever passo a passo as etapas de operação do projeto. O objetivo é mostrar de uma forma resumida o fluxo das informações que foram evidenciadas durante o processo de montagem do protótipo.

**Figura 6** – Diagrama de operação do protótipo.



Fonte: Autoria própria.

A aplicação da automação residencial utilizando reconhecimento de voz está em grande desenvolvimento, porém ainda deve-se pensar em melhorias e novas ideias ou técnicas de aperfeiçoamento dos produtos já existentes. TEZA (2002, p.36) descreve alguns dos principais sistemas de automação residencial que estão em evidência:

- I) Segurança: Alarmes, monitoramento, controle de acesso;
- II) Controle de iluminação: Controle para acender luzes e economia de energia;
- III) Eletrodomésticos inteligentes: Geladeira, forno, micro-ondas;
- IV) Serviços inteligentes: Portas e cortinas automáticas, reconhecimento de voz.

Após ter estabelecidos os estágios de operação para o funcionamento do projeto, foi necessário realizar a compra dos materiais e componentes que serão realizados na montagem mecânica do protótipo. Na tabela 2, podemos encontrar o valor de cada componentes junto a eles o custo geral para a realização do protótipo.

**Tabela 2** – Custo para o protótipo.

Nº	Material	Quantidade	Preço
1	Módulo De Reconhecimento De Voz V3	1	R\$ 150,00
2	ESP8266 modelo ESP-01	1	R\$ 15,00
3	Módulo relé ESP8266 de 4 canais	1	R\$ 70,90
4	Fonte ajustável	1	R\$ 9,90
5	Fonte 12V/2A	1	R\$ 15,60
6	Lâmpada	4	R\$ 7,99
7	Interruptor	4	R\$ 1,99
8	Placa de fenolite 15x10	1	R\$ 15,90
<b>Custo Total</b>			<b>R\$ 317,22</b>

Fonte: Autoria própria.

O módulo de reconhecimento de voz será responsável por realizar o acionamento do módulo relé através da fala. Além disso, o ESP8266 tem como objetivo enviar um sinal ao mesmo módulo relé, que por sua vez, será acionado através de um aplicativo móvel.

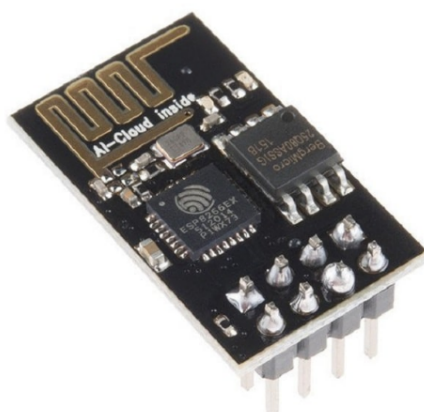
### 3.2.1 ESP8266 modelo ESP-01

Para a realização desse projeto foi buscado por meio da necessidade do projeto, um módulo capaz de ler todos os dados recebidos pelo sistema através de um aplicativo criado no celular, onde é possível visualizar de forma completa todas as informações que serão utilizadas para fazer o acionamento dos equipamentos eletrônicos.

O módulo que melhor atendia todas as funções necessárias para realizar o projeto foi o ESP8266 modelo ESP-01. O objetivo desse módulo é fornecer por meio

de suas aplicações, controle de cargas por meio da internet. Esse dispositivo será responsável por receber os comandos por meio de um aplicativo que por sua vez, acionará um módulo relé. O módulo Wifi ESP8266 modelo ESP-01 é um componente que torna práticas como a integração de redes Wifi mais acessíveis.

**Figura 7** – Representação do módulo ESP8266 modelo ESP-01.



Fonte: filipeflop.com.

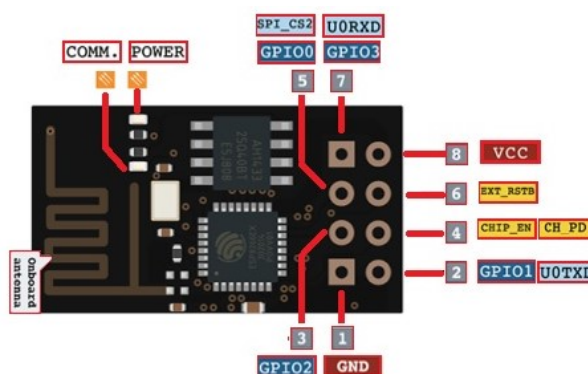
Se tratando do uso de equipamentos inteligentes no meio residencial, o módulo ESP8266 modelo ESP-01 é um componente de baixo custo e com uma dimensão satisfatória quando se compara a outras versões do ESP que possuem especificações técnicas semelhantes. Em seguida, é possível observar algumas das especificações técnicas que este módulo pode oferecer, que foi de grande importância para a escolha da construção do projeto.

- Wireless (802.11 b/g/n);
- Sua faixa de frequência varia de 2,4GHz - 2,5GHz;
- Apresenta uma antena embutida;
- Possui uma interface Serial UART (Tx / Rx);
- SPI Flash: 8Mbits;
- RAM: aproximadamente 50KB;
- Suporta comunicação TCP e UDP
- Alcance de aproximadamente 90m
- Dimensão: 24,8 x 14,3 x 3 mm;



Como foi possível conferir com as especificações mencionadas, o ESP8266 Modelo ESP-01 adotado para este projeto, foi de grande importância, pois esse módulo possui duas grandes características que chama bastante atenção quando se trata de um projeto residencial. A primeira é a sua dimensão, possuindo 24,8 x 14,3 x 3 mm como foi relatada anteriormente, este módulo tem uma grande vantagem se tratando de projetos que tem a finalidade de manter o produto final em um tamanho agradável, sem que o produto perca seus principais propósitos. A segunda característica do ESP8266 Modelo ESP-01 é o seu custo, que varia entre R\$ 15,00 a R\$ 25,00 no mercado brasileiro. Seu preço e o dispositivo escolhido se destaca em relação aos seus outros modelos, em razão de permitir que o mesmo alcance o mesmo objetivo final, da mesma forma que outros dispositivos da mesma família, com suas limitações é claro. É possível concluir que o ESP8266 modelo ESP-01, permite que o produto final atinja um resultado satisfatório para o cliente, abrangendo desde o dimensionamento ideal para se utilizar em um meio residencial e um ótimo custo benefício para o consumidor. Para compreender um pouco mais do ESP8266 Modelo ESP-01, é possível observar na figura 8 a pinagem desse módulo:

**Figura 8** – Ilustração dos pinos do ESP8266 versão ESP-01.



Fonte: theengineeringprojects.com.

Como é possível visualizar na figura 8, ESP8266 versão ESP-01 é o modelo mais básico entre sua família. A sua composição apresenta o mínimo de pinos possíveis. Uma questão interessante é a capacidade de processamento da placa, levando em consideração sua dimensão, o ESP8266 versão ESP-01 permite fazer a integração de diversos sensores e módulos. Um detalhe de extrema importância, é que a sua operação é de 3,3V, por isso é necessário a utilização de um conversor lógico para não haver nenhuma possibilidade de comprometer o funcionamento do módulo.

Para compreender melhor, a representação dos pinos de saída do módulo é mostrada logo abaixo:

- O VCC representado em vermelho é o pino de alimentação, ele opera em 3,3V;
- O U0RXD E U0TXD retratado pelo azul mais fraco, é o pino de recepção serial (RX) UART e o pino de transmissão serial (TX ) UART;
- O GND simbolizado também pela cor vermelha, é a referência da alimentação;
- O EXT\_RSTB e CH\_PD caracterizado pela cor amarela, é o pino de reset e o *Chip Power Down* respectivamente. Por fim, os pinos de entrada e saída (GPIO 0,1,2 e 3) constituído pela cor azul escuro. Para se utilizar os pinos GPIO 1 e 3, basta alterar os pinos TX e RX para função GPIO. Vale ressaltar que, os pinos não podem ser TX/RX e GPIO ao mesmo tempo.

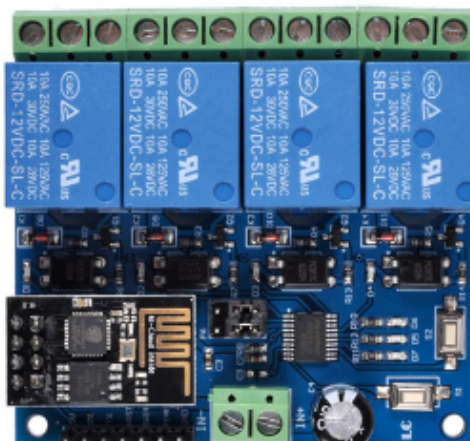
Dentro do resultado que o ESP8266 versão ESP-01 se espera realizar, levando-se em conta é claro do seu processamento, esse módulo pode ser adotado para diversos projetos distintos, é possível citar alguns deles como:

- Controle sem fio Industrial;
- Câmeras IP;
- Identificação de segurança;
- Dispositivo voltado para localização;
- Monitoramentos;
- Automação no meio rural.

### **3.2.2 Módulo relé ESP8266 versão ESP-01 de 4 canais**

O módulo relé ESP8266 versão ESP-01 de 4 canais foi escolhido por haver um suporte para o ESP8266 versão ESP-01. Esse módulo é de grande importância, pois torna o projeto final mais compacto e estético. Na figura 9 é possível observar o módulo relé adotado:

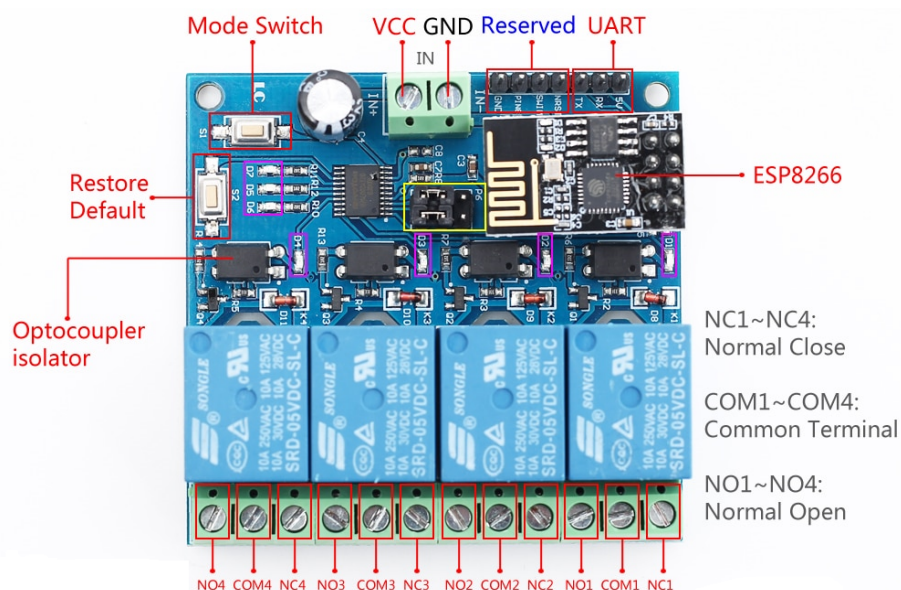
**Figura 9** – Módulo relé ESP8266 versão ESP-01 de 4 canais.



Fonte: diy-kit.org.

Basicamente este módulo apresenta um conjunto de relés capazes de serem acionados por sinais digitais de 5V. Este módulo relé possui uma grande variação da integração de diversos microcontroladores, dentre eles o Arduino, PIC, ESP32 e o próprio ESP8266 versão ESP-01 presente nesse trabalho. Uma das vantagens da utilização deste módulo é a capacidade de controlar grandes cargas e até dispositivos motores DC e AC, solenoides, equipamentos eletrônicos como lâmpadas, ventiladores, sensores de temperatura, diversos outros equipamentos voltados para a automação residencial. Na figura 10 é possível observar as indicações dos pinos.

**Figura 10** – Indicações dos pinos do módulo relé ESP8266 versão ESP-01 de 4 canais.



Fonte: AliExpress.com.

Para compreender o funcionamento deste módulo, a tabela 3 a seguir mostrará o funcionamento de cada uma das funções presentes neste módulo.

**Tabela 3** – Descrição do módulo relé ESP8266 versão ESP-01 de 4 canais.

Indicador	Representação
IN+	Positivo, funciona como terminal de entrada
IN-	Negativo, funciona como terminal de entrada
5V / RX / TX / GND	Interface de comunicação UART
Botão S1	É usado para alternar o modo que o módulo trabalho (modo padrão é 1).
Botão S2	Restaura as configurações de fábrica.
D1 - D4	Representado pelo LED vermelho, é um indicador de funcionamento do relé.
D5	LED azul, Indica que está operando no modo 2.
D6	LED verde, Indica o status de funcionamento do módulo. <ul style="list-style-type: none"> <li>• Se o LED estiver desligado, Indica que está sendo configurado ou desconectando do roteador.</li> <li>• Se piscar por 0,5s, indica que o módulo está aguardando a configuração do WIFI.</li> <li>• Se piscar por 2s, indica que a configuração está completa, aguardando uma conexão TCP.</li> <li>• Se o LED estiver ligado, indica que o módulo se conectou com sucesso em uma conexão TCP com algum celular.</li> </ul>
COM1 - COM4	Porta comum do relé.
NC1 - NC4	Normalmente fechado.
NO1 - NO4	Normalmente aberto.

Fonte: Autoria própria.

Para o correto comando de controle de relé que será acionado pelo módulo de reconhecimento de voz V3 e por um aplicativo celular, o projeto de acionamento foi realizado da seguinte forma como é possível observar na tabela 4:

**Tabela 4** – Comando de controle de relé em hexadecimal.

Dispositivo	Hexadecimal
Ligar primeiro relé	A0 01 01 A2
Desligar primeiro relé	A0 01 00 A1
Ligar segundo relé	A0 02 01 A3
Desligar segundo relé	A0 02 00 A2
Ligar terceiro relé	A0 03 01 A4
Desligar terceiro relé	A0 03 00 A3
Ligar quarto relé	A0 04 01 A5
Desligar quarto relé	A0 04 00 A4

Fonte: Autoria própria.

Na figura 11 é possível confirmar essa demonstração em hexadecimal retirada diretamente do *script* que foi realizado no Arduino IDE.

**Figura 11** – Representação do comando de controle de relé realizado no Arduino IDE.

```
//RELE 1

const byte rel1ON[] = {0xA0, 0x01, 0x01, 0xA2};
const byte rel1OFF[] = {0xA0, 0x01, 0x00, 0xA1};

//RELE 2

const byte rel2ON[] = {0xA0, 0x02, 0x01, 0xA3};
const byte rel2OFF[] = {0xA0, 0x02, 0x00, 0xA2};

//RELE 3

const byte rel3ON[] = {0xA0, 0x03, 0x01, 0xA4};
const byte rel3OFF[] = {0xA0, 0x03, 0x00, 0xA3};

//RELE 4

const byte rel4ON[] = {0xA0, 0x04, 0x01, 0xA5};
const byte rel4OFF[] = {0xA0, 0x04, 0x00, 0xA4};
```

Fonte: Autoria Própria.

### 3.2.3 Blynk

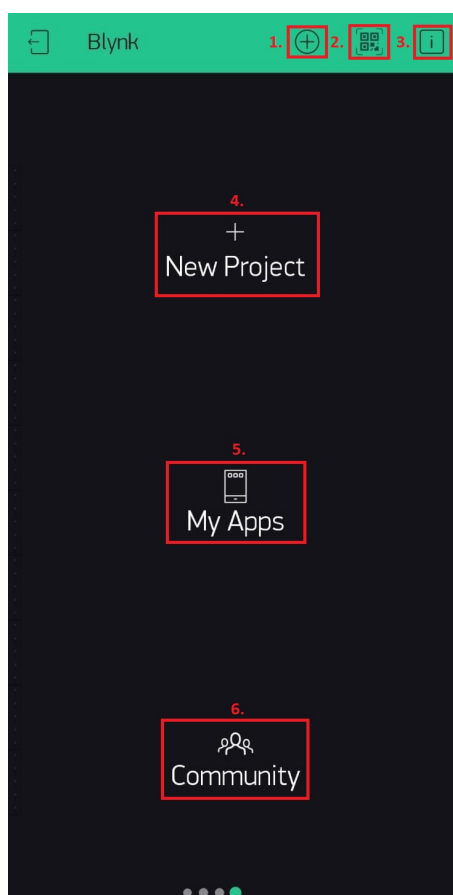
Blynk é uma plataforma utilizada tanto em IOS quanto em Android, onde há possibilidade de criar um aplicativo que permite uma interação com microcontroladores de uma maneira bastante simplificada. O principal objetivo dessa plataforma Blynk é a criação de um aplicativo de celular onde o usuário conseguirá fazer a comunicação com Arduino, ESP32, ESP8266, entre outros. Esta plataforma permite que microcontroladores e módulos possam ser controlados a partir de *widgets* configurados. Com esta

plataforma é possível fazer o controle de LEDs, motores e quaisquer outros equipamentos eletrônicos e mecânicos com seu próprio celular sem a utilização de nenhuma linguagem de programação.

Com o blynk, o usuário tem a possibilidade de compartilhar seu projeto com seus amigos ou demais pessoas sem que elas possam alterar ou fazer quaisquer modificações no projeto. A plataforma não exige que o usuário pague para seu uso, porém ele dará alguns benefícios adicionais caso você desejar contribuir, dentre eles: unidade de energia ilimitada, pois o Blynk utiliza o conceito de “energia” para implementar um sistema de preços para seus *widgets*.

Para compreender a interface do aplicativo Blynk, a figura 12 foi enumerada em vermelho e descrita logo em seguida:

**Figura 12** – Página inicial do aplicativo Blynk.



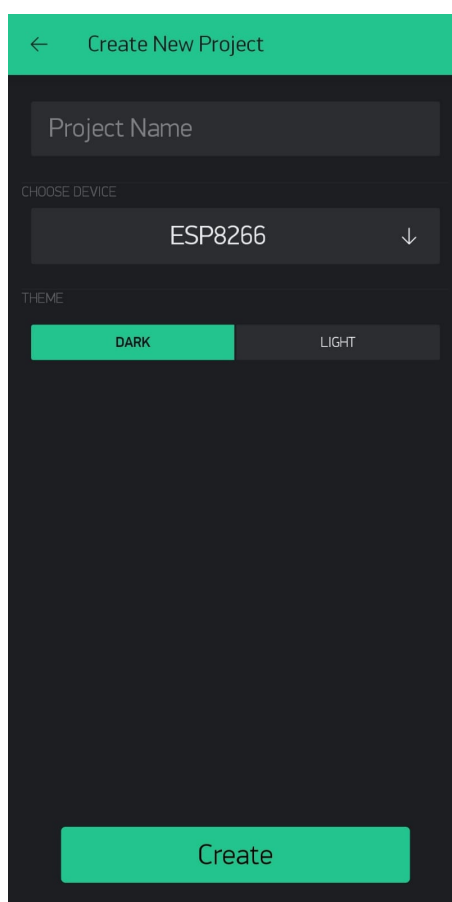
Fonte: Autoria Própria.

1. Novo projeto: Cria um novo projeto;
2. QRCode: Esse ícone permite copiar um projeto já existente por meio do QRCode;

3. Sobre: Para se obter mais informação sobre o aplicativo;
4. Novo projeto: Tem a mesma finalidade que o número 1;
5. Meus aplicativos: Cada projeto que foi realizado pode ser exportado para dentro do seu próprio dispositivo móvel;
6. Comunidade: Será direcionado ao site da comunidade Blynk.

Ao criar um projeto representado pela numeração 1 ou 4 da figura 12, abrirá uma nova interface com o intuito de definir alguns parâmetros iniciais do projeto. A figura 13 facilitará o entendimento desta explicação.

**Figura 13** – Configuração para criar um projeto.

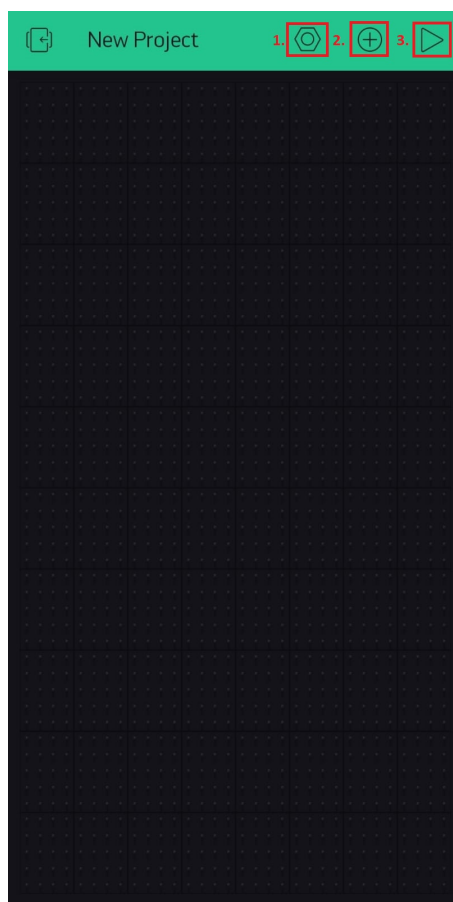


Fonte: Autorial Própria.

Inicialmente será dado o nome do projeto que será realizado. Em seguida será escolhido o tipo de dispositivo. Para este projeto, foi optado pelo ESP8266. Após criar o projeto e escolhido o dispositivo e o seu nome, abrirá novamente uma nova interface, como é possível visualizar na figura 14. Quando as etapas iniciais para a criação do projeto for finalizada, aparecerá uma mensagem informando que um “Auth Token”

do projeto foi enviado ao e-mail cadastrado. O “*Auth Token*” que será direcionado ao e-mail, é um código utilizado para que o servidor Blynk transfira as informações que foi realizada no projeto, fazendo a comunicação entre o aplicativo e a plataforma.

**Figura 14** – Representação da plataforma Blynk.



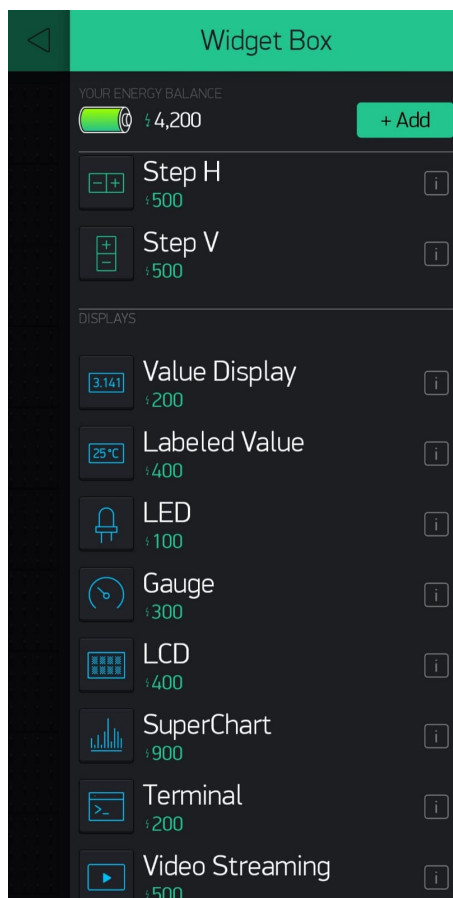
Fonte: Autoria Própria.

Os ícones em destaque em vermelho podem ser observados logo abaixo:

1. Configurações de projeto;
2. *Widgets*;
3. Iniciar.

Na aba *Widgets* pode-se observar um conjunto de opções que podem ser incluídas no projeto. Os *Widgets* são pagos, o usuário começa com 2000 de energia, moeda virtual do aplicativo. Caso o usuário decida realizar projetos mais aprofundados, será necessário uma certa quantidade de dinheiro para que esta moeda virtual aumente. Na figura 15 é possível visualizar alguns dos *Widgets* disponíveis no aplicativo.



**Figura 15** – Representação dos *Widgets*.

Fonte: Autoria Própria.

### 3.2.4 Módulo de Reconhecimento de voz V3

Inicialmente no trabalho, foi relatado bem brevemente as principais características do módulo de reconhecimento de voz V3. Neste momento, será abordado mais profundamente o funcionamento deste módulo.

Esta placa possui duas formas de controle principal. A primeira é através da porta serial e a segunda pelos pinos de entrada geral. Os pinos de saída da placa podem gerar vários tipos de ondas enquanto o comando de voz correspondente é reconhecido. A versão V3 desse módulo se sobressai em relação a versão antiga da mesma (V2), pois suportava até 15 comandos ao todo e apenas 5 comandos ao mesmo tempo. Isso significa que apenas 5 comandos de voz são eficazes no mesmo tempo, ao contrário da nova versão (V3) que suporta até 7 comandos de voz eficazes ao mesmo tempo. Na tabela 5, é possível observar alguns dos seus parâmetros:

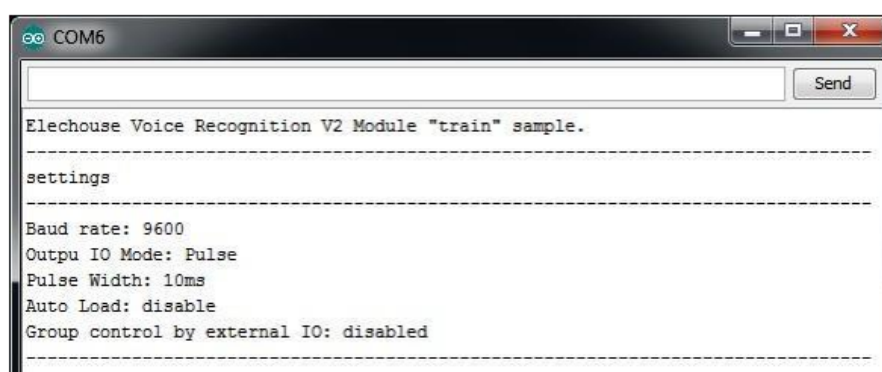
**Tabela 5** – Parâmetros do módulo de reconhecimento de voz V3.

Parâmetros	Características
Tensão	4.5 - 5.5V
Corrente	<40mA
Interface digital	Nível 5V TTL para interface UART e GPIO
Interface analógica	Conector de microfone de canal mono de 3,5 mm
Precisão do reconhecimento de voz	99% sob um ambiente ideal

Fonte: Autoria própria.

Para este projeto, foi configurado o módulo para que funcione de forma independente, sem o auxílio de um microcontrolador. Para isso ser realizado, foram efetuado alguns ajustes em sua configuração. Para isso, estes ajustes seguiram dois parâmetros. No primeiro momento, será configurado o módulo de voz para funcionar de modo independente e em seguida, será feito com que os pinos *Out* do módulo de voz funcionem de modo alternado (*flip*).

Na figura 16, são apresentadas as configurações iniciais do módulo de reconhecimento de voz. Para este projeto, as alterações serão feitas da seguinte maneira: O modo de saída deve ser alterado de *Pulse* para *Toggle* e o grupo de controle externo que se encontra desativado, deve ser alternado para *System group selected*.

**Figura 16** – Configuração inicial do módulo de reconhecimento de voz V3.


```

COM6
Elechouse Voice Recognition V2 Module "train" sample.
-----
settings
-----
Baud rate: 9600
Output IO Mode: Pulse
Pulse Width: 10ms
Auto Load: disable
Group control by external IO: disabled

```

Fonte: Autoria própria.

Inicialmente será alternado o modo dos pinos de saída. Para isso, na tabela 6 são abordado alguns dos comandos para que o módulo funcione de modo desejado.

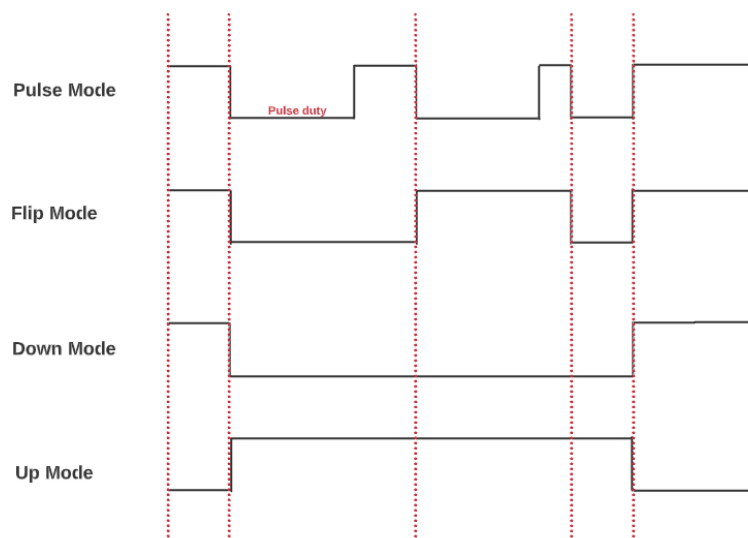
**Tabela 6** – Comando para que o módulo de voz funcione em modo alternado.

Modos de Saída	Comando
<i>Pulse</i>	00
<i>Flip</i>	01
<i>Down</i>	02
<i>Up</i>	03

Fonte: Autoria própria.

- *Pulse Mode* - Sempre ficará positivo. Quando reconhecer um comando ele irá para o negativo com intervalo de 10 a 15ms.
- *Flip Mode* - Muda o estado de saída quando o comando é reconhecido (*High-Low-High*).
- *Down Mode* - Altera o estado da saída de *High* para *Low* e só retorna para o nível *High* quando o módulo recebe uma mensagem de *reset* (Interessante para projetos que utilizam algum modo de emergência).
- *Up Mode* - Altera o estado da saída de *Low* para *High* e só retorna para o nível *Low* quando o módulo recebe uma mensagem de *reset*.

É possível observar também na figura 17, as formas de onda nos pinos de saída de cada um dos modos relatados anteriormente.

**Figura 17** – Formas de ondas nos pinos de saída do módulo de reconhecimento de voz V3.

Fonte: Autoria própria.

Cada uma das linhas vermelhas traçadas é entendida da seguinte maneira: representação inicial em que o comando de voz é importado, logo em seguida as 3 vezes em que o comando de voz é reconhecido. Por fim, o tempo enquanto o comando de *reset* de saída é recebido.

O comando para fazer a alteração dos pinos de saída é realizado da seguinte maneira: dentro do ambiente monitor serial do Arduino, basta adotar o seguinte formato de comandos hexadecimais, "AA 04 32 00 MODO 0A". Para utilizarmos o modo *flip*, utilizaremos o comando "01", como se encontra na tabela 6. Assim temos o seguinte comando: "AA 04 32 00 01 0A". Com isso, o módulo de reconhecimento de voz agora está operando nos pinos de saída no modo *flip*, ao invés de *Pulse* como estava configurado anteriormente.

O próximo passo é realizar a alteração do grupo para que o módulo funcione de modo independente. Se a função de controle de grupo estiver habilitada, o módulo de reconhecimento de voz será controlado externamente. Para realizar a alteração do grupo, deverá ser realizado novamente o envio de comandos hexadecimais. A tabela 7 representa os modos de controle de grupo do módulo de reconhecimento de voz V3.

**Tabela 7** – Comando para que o módulo funcione de modo independente.

Modos de controle de grupo	Comando
<i>Disable</i>	00
<i>System</i>	01
<i>User</i>	02
<i>Check</i>	FF

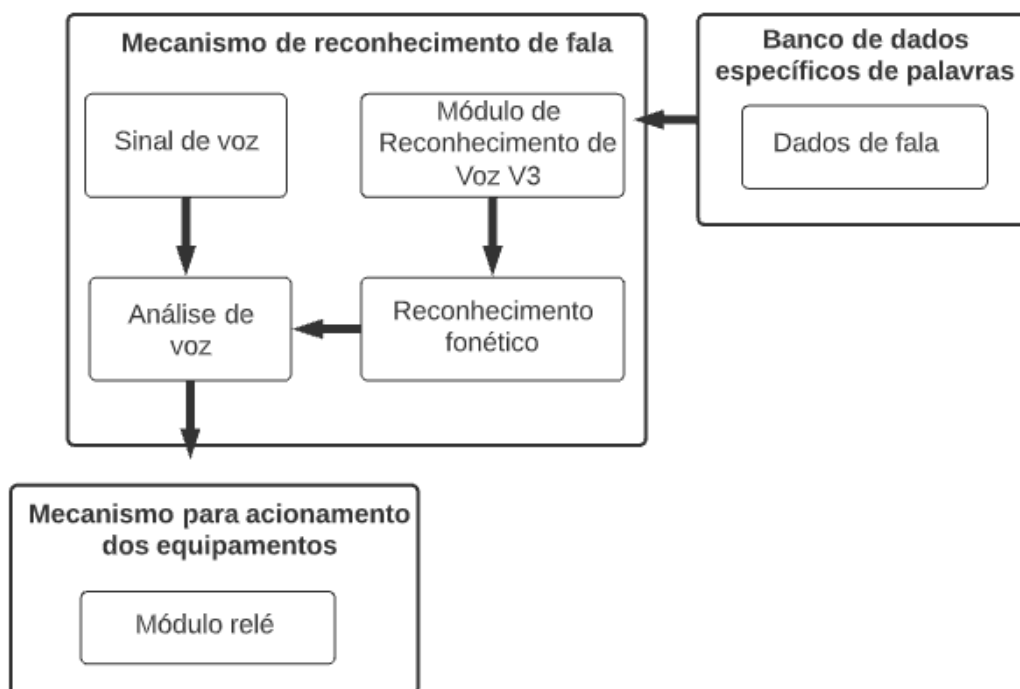
Fonte: Autoria própria.

Para fazer a alteração em que o módulo funcione de modo independente, basta digitar no ambiente monitor serial: "AA 04 32 00 MODO 0A". Como foi relatado anteriormente, o modo que será utilizado é *System group selected*, ou seja, para utilizarmos, enviamos o seguinte comando hexadecimais: "AA 04 32 00 01 0A". Agora o módulo de reconhecimento de voz já está operando de forma independente.

Todas estas informações encontram-se detalhadas no *datasheet* do módulo VR3 (ELEGHOUSE, 2014).

No diagrama da figura 18, é possível compreender melhor o papel do reconhecimento de voz V3.

**Figura 18** – Diagrama de blocos do reconhecimento de fala.



Fonte: Autoria própria.

Inicialmente o usuário fará a gravação dos equipamentos ou cômodos que ele deseja realizar os acionamentos. Para este projeto, foram utilizados 4 cômodos: quarto, sala, cozinha e escritório. Após o usuário fazer a gravação através do módulo de reconhecimento de voz V3, a informação ficará guardada em uma forma de banco de dados que será verificada após o usuário novamente fazer a utilização do módulo, onde o mesmo vai analisar e realizar um processamento, levando em consideração o reconhecimento fonético do emissor e também se o comando dito está dentro dos arquivos que foram anteriormente gravados. Com isso, o sistema irá executar a ação proposta pelo emissor, enviando um sinal *flip* para o módulo de 4 canais fazer o acionamento dos relés.

Dentro dos requisitos funcionais, o sistema precisará realizar as seguintes funções:

- O usuário deverá conseguir enviar os comandos estabelecidos ao sistema após selecionar a função desejada;
- O sistema deverá ligar e desligar os equipamentos eletrônicos;
- O sistema deverá ser executado por comando de voz ou através de um aplicativo de celular.

### 3.2.5 Fonte Ajustável

Esta fonte é de extrema importância quando se trata de haver mais de uma possibilidade para que o sistema seja acionado. A fonte pode ser conectada a uma saída USB ou uma fonte DC para que ocorra a conversão de tensão estabelecida, 3,3 e 5V. Visando um aperfeiçoamento no projeto, essa fonte corresponde satisfatoriamente. Sua tensão de entrada varia de 7,5 a 12VDC, havendo uma corrente máxima de 400mA.

**Figura 19** – Fonte variável de 3,3 a 5V.



Fonte: eletrogate.com.

### 3.2.6 Fonte de alimentação

Um dos componentes de aparelhos eletrônicos bastante utilizados é a fonte de alimentação, pois são utilizadas em uma vasta área voltada aos equipamentos eletrônicos. Sua funcionalidade se baseia na transformação da energia elétrica proveniente das tomadas, ou seja, a tensão em 110 e 220V chega no componente que converterá esta tensão em uma voltagem adequada, onde permitirá o funcionamento adequado de um equipamento. É claro que a fonte de alimentação não possui somente esta finalidade, ela é extremamente importante na proteção contra picos e instabilidades de energia. Para a realização do projeto, foi optado por uma fonte de 12V/2A em sua saída para suprir todas as necessidades do projeto.

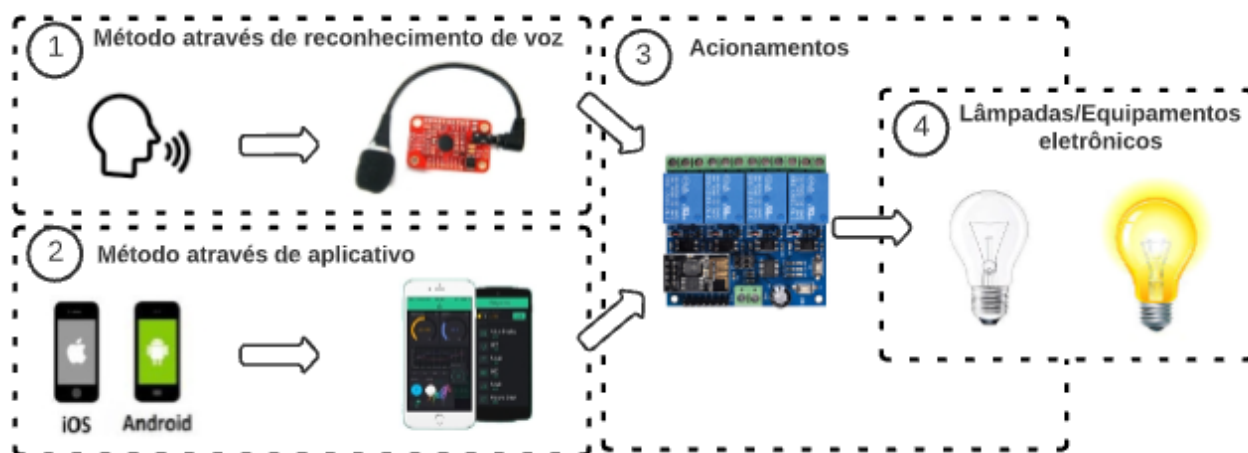
**Figura 20** – Fonte de alimentação de 12V.



Fonte: eletrogate.com.

Compreendendo os componentes e dispositivos que serão utilizados, o diagrama da figura 21 ilustra uma breve explicação do funcionamento geral do protótipo.

**Figura 21** – Diagrama geral do funcionamento do protótipo.



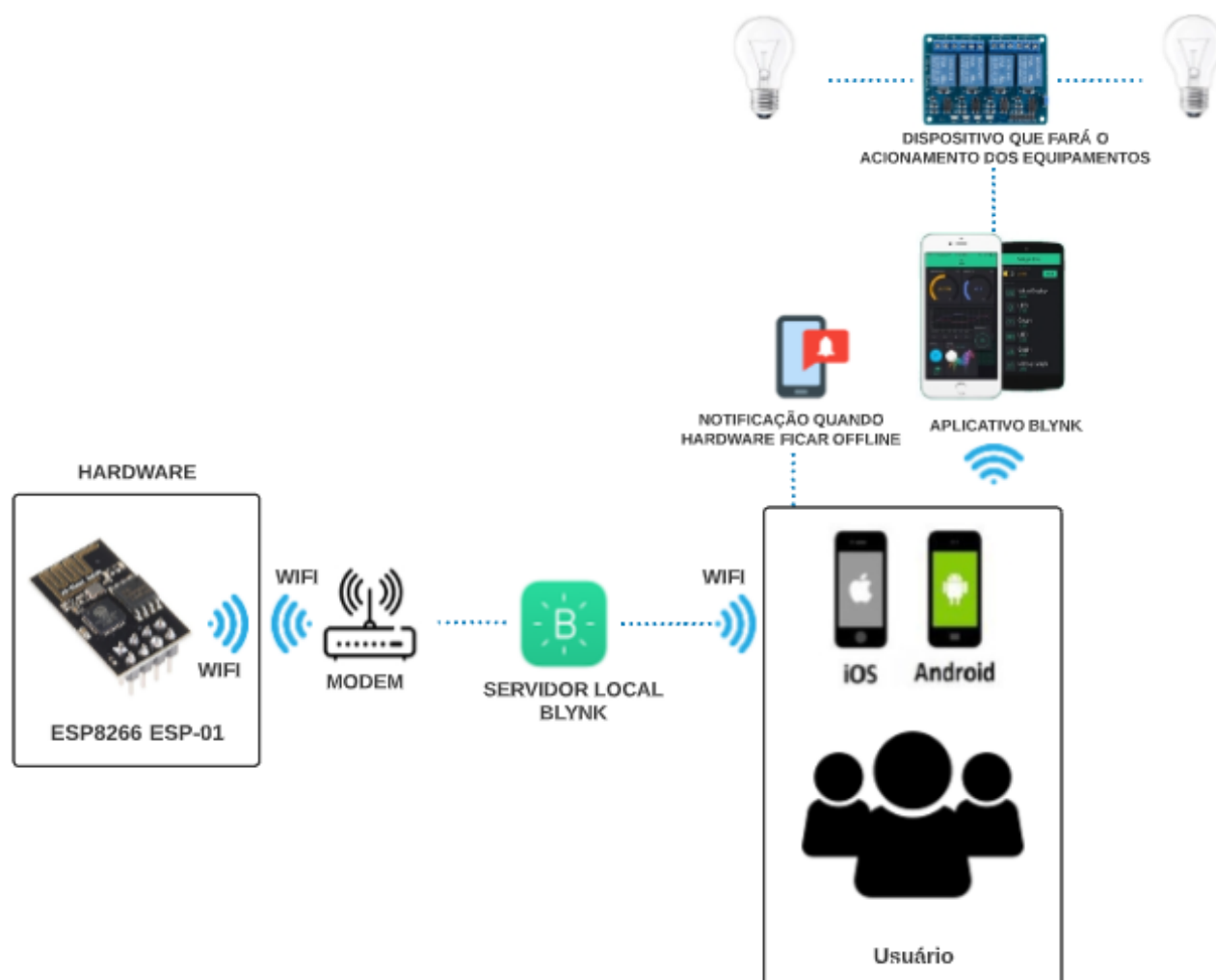
Fonte: Autoria própria.

A interpretação do diagrama pode ser entendida da seguinte forma: a primeira alternativa para que o usuário acione um determinado equipamento, é utilizando o reconhecimento de voz realizado diretamente pelo módulo de reconhecimento de voz V3, onde ele enviará um comando para o módulo de 4 canais que fará o acionamento dos relés. A outra alternativa, visando pessoas que apresentam alguma incapacidade total ou parcial de produzir fala, permite a utilização de um aplicativo. Essa alternativa, faz com que o usuário realize os mesmos acionamentos que um segundo indivíduo faria ao acionar um equipamento pelo reconhecimento de voz.

O diagrama está fracionado em 4 etapas. A primeira etapa é o método através do reconhecimento de voz. Essa etapa é formada pelo emissor que transmitirá a palavra que foi gravada no módulo de voz, caso a palavra for identificada, enviará um sinal ao ESP8266 versão ESP-01 que fará o acionamento da lâmpada através do módulo relé. A segunda etapa é formada pelo aparelho celular, onde utilizará o aplicativo Blynk para fazer o acionamento das lâmpadas através do módulo relé. A terceira e quarta etapa, é o módulo que será um intermediário entre o reconhecimento de voz e o aplicativo para realizar o acionamento das lâmpadas.

Um outro detalhe interessante se tratando do aplicativo Blynk, é as possibilidades que o servidor Blynk disponibiliza. Na figura 22 é possível visualizar um diagrama que complementa o que já foi relatado.

**Figura 22** – Diagrama de funcionamento do servidor Blynk.



Fonte: Autoria própria.

Também, na figura 22 podemos observar um outro diagrama, no que se refere a realização das conexões realizadas tanto pelo ESP8266 versão ESP-01 até o aplicativo



Blynk. A plataforma de servidor Blynk dispõe de 2 formas: Servidor *Cloud* e servidor privado.

O servidor *Cloud* é uma excelente escolha para a maioria dos projetos que são realizados, pois ele já está pronto para o uso. Para este projeto, foi utilizado este mesmo servidor que será relatado. O servidor *Cloud* por sua vez, apresenta algumas limitações devido à topologia do servidor, ou seja, dependendo do local onde o usuário se encontra, o servidor pode estar em um continente diferente, o que levará a comunicações entre o aplicativo, os dispositivos que estão conectados e o servidor, fique mais lento ou com problemas de conexões devido ao tempo que os pacotes levam para viajar em toda a Internet. Outra limitação que o servidor *Cloud* apresenta, é o pequeno número de *widgets* disponíveis.

Por outro lado, o Servidor privado oferece vantagens comparada ao servidor *Cloud*. Dentre eles é possível citar:

- Unidades de energias ilimitadas, para construir um projeto mais sofisticado;
- Capacidade de resposta. A latência mínima é muito útil quando se trata em utilizar o aplicativo em uma área geográfica limitada;
- Controle total dos dados. É possível manter os próprios backups de seu servidor privado, é possível também migrar o servidor para um novo host. Além disso, é possível fazer a implementação de mecanismos de segurança para controlar os usuários. Para realizar um servidor privado, basta executar qualquer host que tenha um *Java Runtime Environment* ou utilizar qualquer Raspberry Pi com WiFi por exemplo.

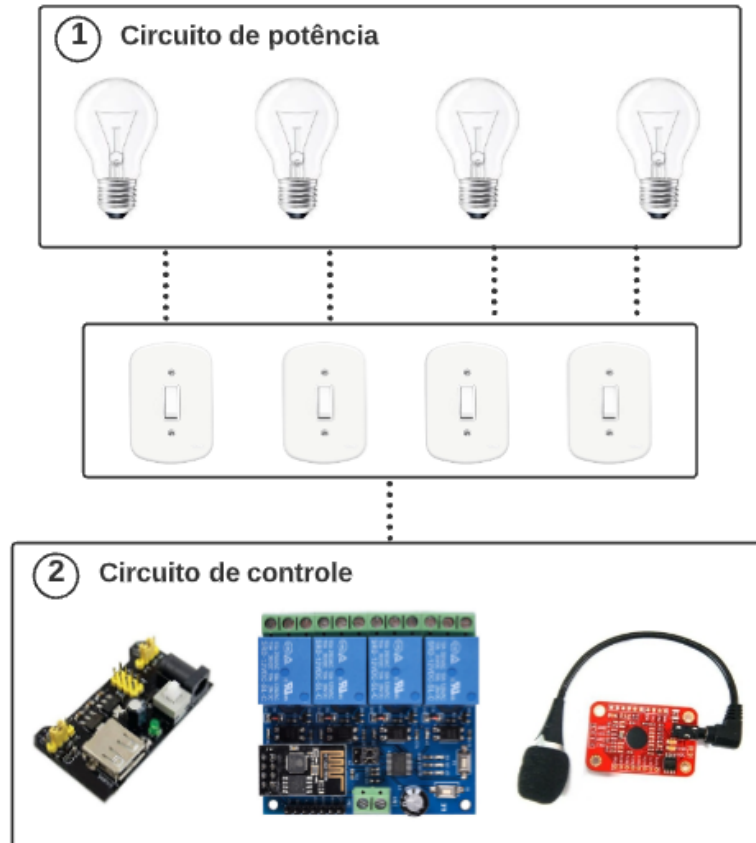
## 4 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

Neste capítulo serão apresentados e discutidos o desenvolvimento do protótipo e os principais resultados obtidos com os testes realizados através do reconhecimento de voz e monitoramento via aplicativo.

### 4.1 Protótipo

Inicialmente foi realizado o protótipo do projeto, separando o mesmo em duas partes: O circuito de controle (apêndice A), é responsável por realizar o sistema de acionamento do protótipo, entre eles estão o módulo de reconhecimento de voz e o ESP8266 versão ESP-01 responsável por acionar o módulo relé através de um aparelho celular. O circuito de potência é onde estão alocadas as lâmpadas, elas serão acionadas através do circuito de controle. A figura 23 exibe o diagrama do protótipo que foi relatado.

**Figura 23** – Diagrama geral do protótipo.

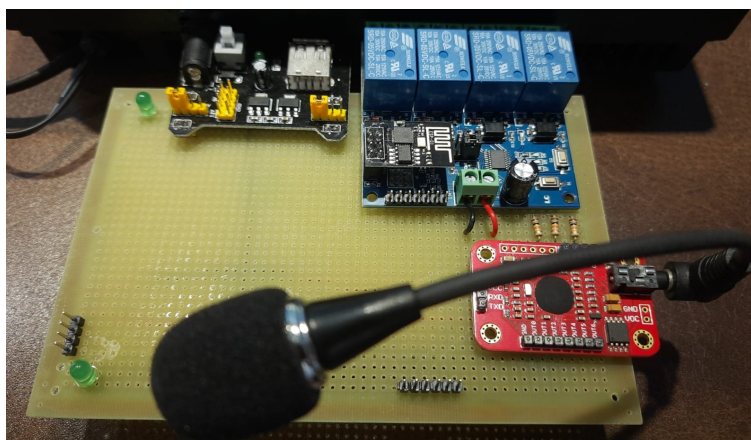


Fonte: Autoria própria.

É possível perceber pelo diagrama anterior, a utilização de interruptores a fim de exemplificar um ambiente residencial. Sendo assim, o interruptor será mais uma forma de acionamento para o acionamento de equipamentos eletrônicos. Com isso, o projeto dispõe de três formas de acionamentos voltados para automação residencial. Reconhecimento de voz, permitirá que o usuário acione os equipamentos residenciais pela fala. Aplicativo, voltado para indivíduos que apresentam alguma dificuldade na reprodução da fala, permitindo que eles acionem os mesmos dispositivos através de um aparelho celular. Por fim o interruptor, dispositivo encontrado na maior parte dentro de um ambiente residencial.

Compreendendo os processos que se encontram neste protótipo, o próximo passo é responsável pela construção de um circuito de comando que comporte os dispositivos já mencionados. Uma placa de fenolite com dimensões de 10x15cm foi adotada, com o intuito de realizar algumas atualizações no projeto, visando melhorar a sua eficiência e seu custo benefício, tal como acrescentar novos dispositivos que estão em ascensão no mercado. A figura 24 exhibe o circuito que foi construído.

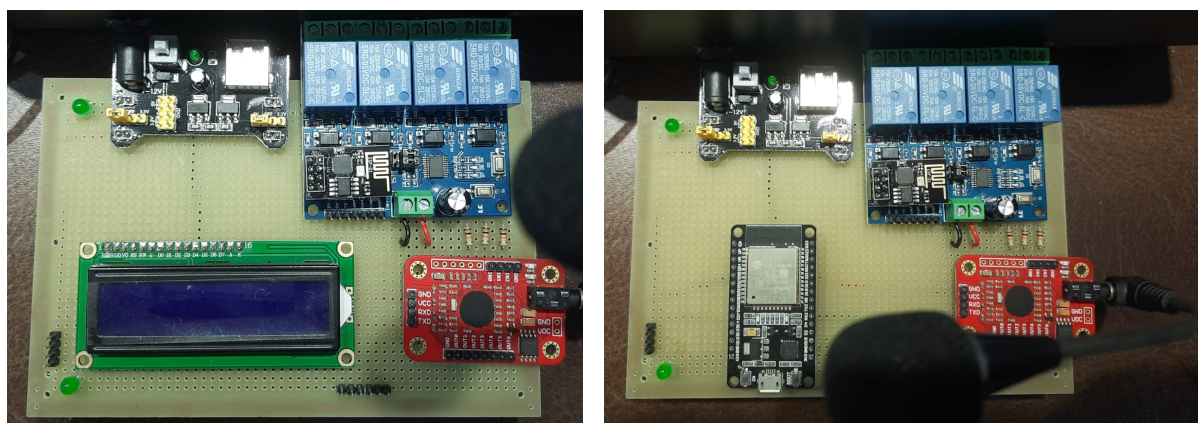
**Figura 24** – Circuito de comando do protótipo.



Fonte: Autoria própria.

Deve-se notar um pequeno espaço desocupado entre os dispositivos que consistem o circuito de comando. Como foi relatado anteriormente, o seu dimensionamento foi devidamente analisado, pois atualizações do projeto é de grande importância para manter o dispositivo aberto a novos *upgrades*. As duas imagens da figura 25, apresentam algumas das alternativas que podem ser acrescentadas.

**Figura 25** – Alternativas que podem ser acrescentadas no protótipo.



**(a) Circuito com display LCD.**

**(b) Circuito com novo microcontrolador.**

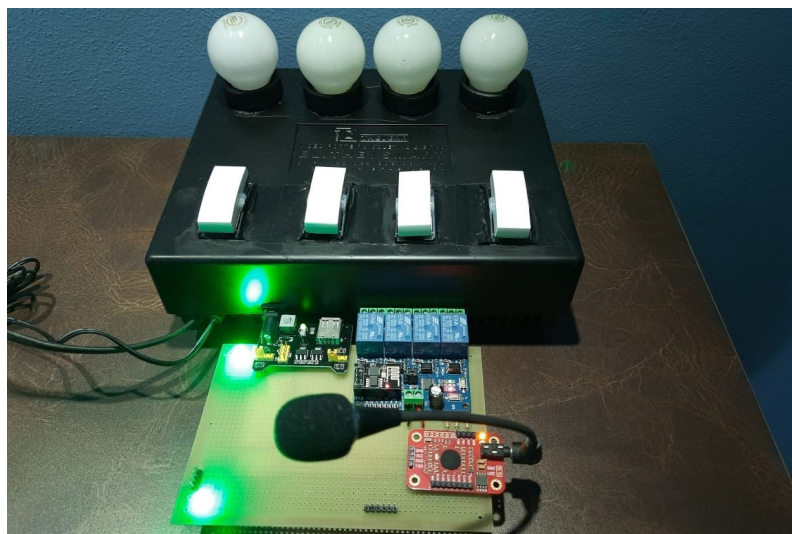
Observe-se que há inúmeras possibilidades de ser acrescentados novos dispositivos para o projeto, variando desde um painel usado para exibir informações até outros microcontroladores com a finalidade de trabalhar com projetos mais complexos.

A segunda etapa do protótipo foi responsável pela construção de um circuito de potência. Até então, o circuito de controle foi responsável por efetuar os comandos necessários para realizar o acionamento de equipamentos, alternando desde o controle de fala através do módulo de reconhecimento de voz, até um aplicativo de celular capaz de acionar equipamentos a distância. Da mesma forma, interruptores foram alocados no protótipo a fim de trazê-lo o mais próximo possível da realidade.

## 4.2 Testes para primeira abordagem

O circuito de potência exibido na figura 26 é onde os dispositivos eletrônicos estarão acoplados. Neste projeto, 4 lâmpadas serão representadas para exemplificar quaisquer equipamentos eletrônicos residenciais que possam ser acionados.

**Figura 26** – Protótipo de reconhecimento de voz ligado.



Fonte: Autoria própria.

A seguir, a figura 27 nos possibilita observar o aplicativo realizado para efetuar o acionamento dos equipamentos. Percebe-se que, assim como na figura 26, todas as 4 lâmpadas que estão sendo representadas por cômodos, estão desativadas. A representação que os dispositivos não estão acionados, serão representados pela cor vermelha, de maneira oposta, a cor verde representa que o dispositivo está acionado.

**Figura 27** – Aplicativo Blynk para o acionamento do protótipo.



Fonte: Autoria própria.

Abaixo dos botões que representam os cômodos, 3 ícones verdes estão sendo representados. Da esquerda para direita respectivamente:

- Configuração de notificações: É possível configurar o seu nível de prioridade e a permissão que as notificações ocorram de modo *Online* ou *Offline* no celular;
- Relatório: Responsável pelo agendamento de relatórios diários, semanais e mensais;
- Email: Permite que usuários enviem mensagens no email cadastrado. Importante que o indivíduo relate falhas ou oscilações no aplicativo.

Logo depois, foi utilizado o reconhecimento de voz e o aplicativo Blynk para fazer o acionamento das lâmpadas. Para isso, foi reproduzido a palavra "Quarto", através do módulo VR3. Do mesmo modo, foi pressionado o botão "Sala" no aplicativo Blynk. Na figura 28 é possível observar este comportamento.

**Figura 28** – Protótipo de reconhecimento de voz com duas lâmpadas acionadas.



Fonte: Autoria própria.

É interessante observar na figura 29, que as duas formas de acionamento que foram utilizadas, tiveram uma alteração de cor no aplicativo Blynk, ou seja, assim que a primeira lâmpada foi acionada pela reprodução da palavra "Quarto", o ícone logo se alterou para a cor verde. O mesmo ocorreu com o botão "Sala", após pressioná-lo, sua cor se alterou de vermelho para verde, confirmando então, que o comando enviado do módulo de reconhecimento de voz e pelo aplicativo Blynk para o circuito de potência, acionou de forma eficaz as lâmpadas do protótipo.

**Figura 29** – Aplicativo Blynk em funcionamento.

Fonte: Autoria própria.

### 4.3 Testes para segunda abordagem

No segundo teste do projeto, será abordada a eficiência do aplicativo Blynk e do ESP8266 versão ESP-01 para acionamentos à distância. Inicialmente foi estabelecido um local apropriado para o protótipo, levando em consideração o ambiente ideal para que as conexões ocorressem corretamente. Evidentemente, serão efetuados testes preliminares para validar a eficiência do protótipo.

Foram estabelecidas algumas distâncias entre o dispositivo móvel e o protótipo. O protótipo foi alocado inicialmente a uma distância de 2 metros do aparelho celular responsável por fazer o acionamento dos equipamentos. Cada tentativa será responsável pelo acionamento dos 4 cômodos adotado na gravação do protótipo (Quarto, sala, cozinha e escritório). Uma média e um percentual de acertos serão efetuados no final de cada distância. A tabela 8 apresenta o resultado obtido.

**Tabela 8** – Percentual de acertos com o aumento da distância através do aplicativo Blynk.

Distância	1º Tentativa	2º Tentativa	3º Tentativa	Acertos	Percentual (%)
2m	4	4	4	12	100%
6m	4	4	4	12	100%
10m	4	4	4	12	100%
15m	4	3	4	11	91,6%
20m	4	4	4	12	100%
25m	4	4	3	11	91,6%
30m	3	3	4	10	83,3%

Fonte: Autoria própria.

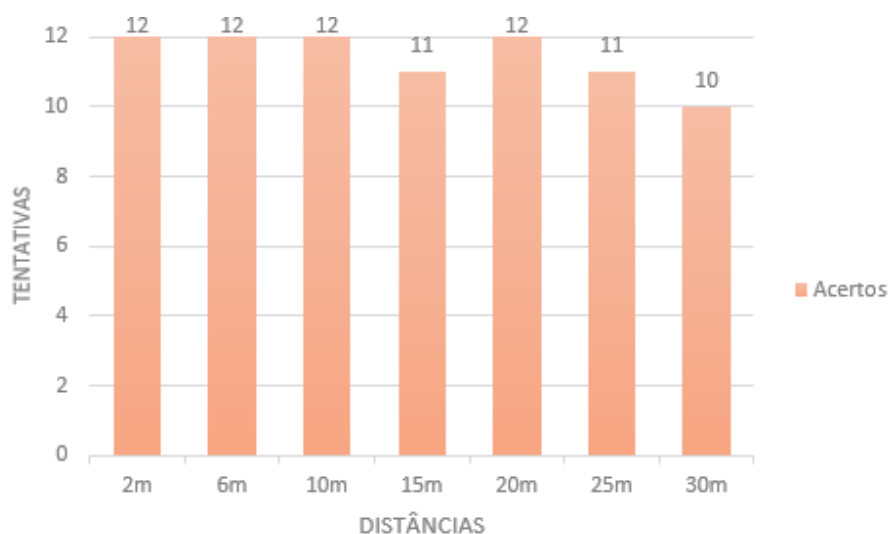
O resultado do teste consistiu em alocar o protótipo em uma bancada, e efetuar o acionamento das lâmpadas através do aplicativo Blynk em distâncias distintas. O teste foi inicialmente realizado a um distância de 2 metros, como é exibido na tabela 8, e se estendeu até os 30 metros com uma variação de 5 metros uma da outra. Esta distância foi tomada como base, uma casa que apresenta um terreno com uma média de 450m<sup>2</sup>.

Observa-se pela tabela 8, uma eficácia bastante significativa no que se refere a acionamentos de equipamentos eletrônicos residenciais. Como já foi abordado anteriormente no presente trabalho, o ESP8266 versão ESP-01 apresenta em suas especificações, um alcance de aproximadamente 90 metros para realizar de forma eficaz a comunicação com algum receptor, seja ele um módulo ou outro equipamento.

Com o auxílio de um aparelho celular, foi acionado o botão quarto, sala, cozinha e escritório no aplicativo Blynk, realizando então o acionamento das lâmpadas. Assim que a distância foi aumentando, obstáculos como paredes, portas e até mesmo a umidade do ambiente foi prejudicial, provocando instabilidade do sinal. A seguir, foi realizado um gráfico de colunas exibido na figura 30, para observar melhor os resultados obtidos no teste realizado.



**Figura 30** – Gráfico de colunas dos resultados obtidos através do aplicativo Blynk.



Fonte: Autoria própria.

A segunda parte dessa etapa, será voltada para o reconhecimento de voz, sendo avaliada através 3 testes distintos. Para esses testes, serão levantados desde a eficiência da distância ideal para se utilizar o reconhecimento de voz e a viabilidade de outras pessoas ao utilizarem o dispositivo de reconhecimento de voz para acionamentos de equipamentos eletrônicos.

Primeiramente foi realizado um experimento que avaliou a distância ideal para um funcionamento satisfatório utilizando reconhecimento de voz. Foram utilizadas diversas distâncias que variavam 20 centímetro de uma para outra. Foram realizadas novamente 3 tentativas para validar a eficiência do teste, onde cada uma delas apresentam 4 cômodos já preestabelecidos, relatando a média e o percentual de acertos alcançado. A tabela 9 mostra o resultado obtido no teste de reconhecimento de voz.

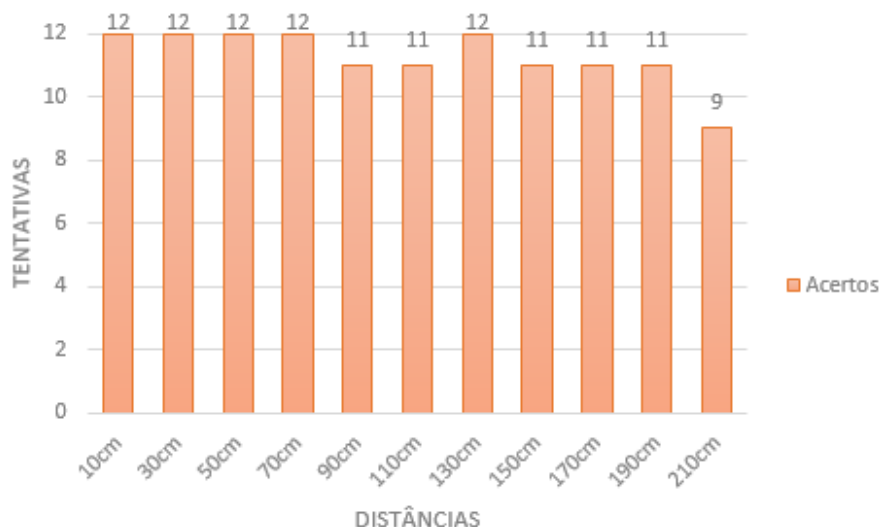
**Tabela 9** – Percentual de acertos para distâncias distintas através do módulo VR3.

Distância	1º Tentativa	2º Tentativa	3º Tentativa	Acertos	Percentual (%)
10cm	4	4	4	12	100%
30cm	4	4	4	12	100%
50cm	4	4	4	12	100%
70cm	4	4	4	12	100%
90cm	3	4	4	11	91,6%
110cm	4	4	3	11	91,6%
130cm	4	4	4	12	100%
150cm	4	4	3	11	91,6%
170cm	3	4	4	11	91,6%
190cm	3	4	4	11	91,6%
210cm	3	3	3	9	75%

Fonte: Autoria própria.

Ao realizar a gravação dos cômodos, a fala foi efetuada de modo normal, em um ambiente sem qualquer ruído aparente. Desta forma, o módulo VR3 foi ajustado a uma distância entre 30 e 40 centímetros para realizar a gravação. Com isso, percebe-se pela tabela 9 a eficiência do reconhecimento de voz quando a palavra "Sala" foi reproduzida próximo a distância ajustada, obtendo uma média de 93,9%. Ao se distanciar mais do módulo VR3, observa-se uma alteração na eficácia do reconhecimento de voz.

Nesta etapa de teste, foi adotada no modo de gravação uma distância mais próxima do módulo VR3. Por essa razão, a eficácia do reconhecimento de voz se qualificou próximo a distância inicialmente gravada. Caso se opte por distâncias maiores, deve-se afastar do módulo VR3 ao realizar a gravação, para assim efetuar o acionamento de equipamentos em distâncias superiores. Porém, deve-se atentar que uma distância maior de gravação não resultará em uma melhora significativa na captação da fala, todavia, auxiliará o módulo a compreender melhor a captação de voz a longas distâncias. De maneira oposta, provocará imperfeições no reconhecimento de voz em distâncias menores. A figura 31 apresenta um gráfico de colunas para analisar os resultados obtidos.

**Figura 31** – Gráfico de colunas dos resultados obtidos através do módulo VR3.

Fonte: Autoria própria.

Na tentativa de obter mais informações sobre a eficiência do reconhecimento de voz, foram denominados 3 voluntários. Nesse teste, será analisado o comportamento do dispositivo de reconhecimento de voz ao utilizar voluntários de gênero e faixa etária distinta.

A palavra "quarto" foi inicialmente gravada por cada um dos 3 voluntários. O objetivo foi analisar o comportamento do reconhecimento de voz na variação das vibrações das pregas vocais, provocada pela diferença de faixa etária e gênero. Além disso, uma criança será colocada em teste para compreender o funcionamento do dispositivo sobre influencia da má reprodução de palavras. A tabela 10 exibe o resultado que foi obtido no teste de eficiência do reconhecimento de voz.

**Tabela 10** – Voluntários que fizeram a gravação das palavras.

Voluntários	Tentativas	Palavra	Acertos	Percentual (%)
Homem	10	Quarto	10	100%
Mulher	10	Quarto	10	100%
Criança	10	Quarto	6	60%

Fonte: Autoria própria.

Este resultado refuta o comentário insensato do Schalk, vice-presidente de tecnologia de voz do fornecedor automotivo ATX Group, no que se refere a captação da voz feminina.

As reproduções das palavras foram realizadas em uma distância entre 30 a 50 centímetros, mesma distância realizada nos testes anteriores. Percebe-se a distinção da eficácia obtida na tabela 10. A facilidade que uma pessoa adulta, indiferente do gênero, possui de manter o mesmo timbre é de grande relevância, visto que a captação destas palavras serão mais eficientes. De maneira oposta, uma criança possui maior dificuldade de reproduzir a mesma palavra, pois as suas cordas vocais são pequenas e finas, impossibilitando que o módulo VR3 reconheça de forma eficiente, todos os comandos realizados.

Em adição, um teste de eficiência do reconhecimento de voz, levando em consideração a ambientação em que o dispositivo de reconhecimento de voz se encontra, também foi levantado. Inicialmente, esse teste tem como finalidade avaliar os principais ruídos externos que se encontram em um ambiente residencial, avaliando também o local mais apropriado no que se refere a fixação do protótipo em um lugar específico.

Na tabela 11, é possível observar a eficiência do reconhecimento de voz em ambientes que apresentam algum ruído, ou seja, uma mistura de sinal que pode ser captado pelo microfone, prejudicando assim o acionamento de equipamentos. Para o teste, foram utilizados uma distância entre 10 e 20cm.

**Tabela 11** – Resultado da eficiência do reconhecimento de voz em locais com ruídos elevados.

Ambiente	Tentativas	Palavra	Acertos	Percentual (%)
Sala (Televisão ligada).	10	Quarto	10	100%
Sala (Pessoas próximas conversando).	10	Quarto	9	90%
Escritório (Ruídos de equipamentos em funcionamento. Ex: computadores e impressora).	10	Quarto	10	100%
Jardim (Sons de animais e natureza. Ex: Chuva e vento).	10	Quarto	9	90%

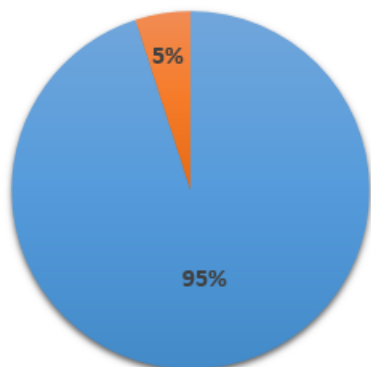
Fonte: Aatoria própria.

É possível analisar pela tabela apresentada, uma pequena distinção entre os testes levantados. Se tratando da distância já foi mencionada em que os cômodos foram gravados, a ambientação não afetou diretamente a eficácia do reconhecimento de voz. Levando em consideração os resultados obtidos, uma média de 95% foi alcançada.

Devido a elevada complexidade envolvendo o reconhecimento de voz, o número de tentativas utilizada nestes experimentos, não é muito usual se tratando dos resultados percentuais de eficiência obtidos das quatro medidas anteriormente rela-

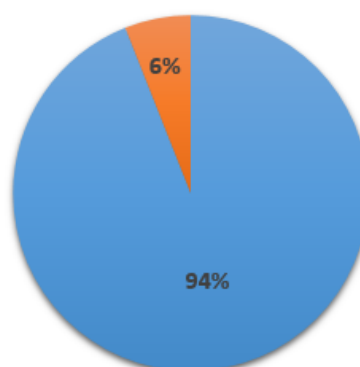
tadas. Para que se possa obter um resultado mais preciso, é necessário um elevado número de voluntários, da mesma forma, um elevado número de tentativas. Abaixo na figura 32, é exibido um gráfico em pizza da eficiência percentual dos quatro testes realizados.

**Figura 32** – Gráficos em pizza dos resultados obtidos da eficiência do protótipo.



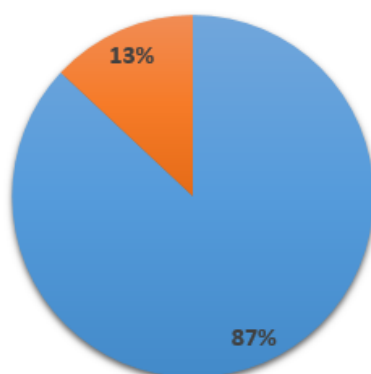
■ Média em porcentagem (%) de acertos

**(a) Eficácia do aplicativo em distâncias variáveis.**



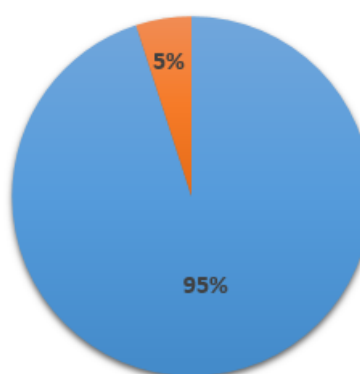
■ Média em porcentagem (%) de acertos

**(b) Eficácia do módulo VR3 em distâncias variáveis.**



■ Média em porcentagem (%) de acertos

**(c) Eficácia do módulo VR3 com três voluntários.**



■ Média em porcentagem (%) de acertos

**(d) Eficácia do módulo VR3 em ambientes distintos.**

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O presente trabalho teve como objetivo a realização de um protótipo de automação residencial integrando conhecimentos de *hardware* e *software* adquiridos durante a graduação do curso em Eletrônica Industrial, para o desenvolvimento de uma tecnológica assistiva voltada para pessoas com deficiência. O protótipo implementado é composto por dois meios que possibilitam o acionamento de equipamentos eletrônicos residenciais. O primeiro consiste na utilização de um aplicativo celular, estabelecendo uma interface para que o usuário interaja e realize o acionamento de quaisquer equipamentos. O segundo é composto por um módulo capaz que captar os dados armazenadas em seu banco de dados que foram gravados pelo usuário, ao qual acionará equipamentos eletrônicos residenciais pelo reconhecimento da fala.

O protótipo realizado possui algumas limitações no que se refere ao alcance e ruídos externos captados pelo módulo de reconhecimento de voz, que em conjunto, impossibilitam que o sistema funcione com exatidão. A comunicação entre o módulo de reconhecimento de voz e o emissor que estará transmitindo a mensagem, pode ser afetada quando a distância entre eles apresentam determinadas barreiras, por isso, o ideal é que não exista nenhum obstáculo físico entre eles. No entanto, muitas das vezes não é possível retirá-lo, mas deve-se estar ciente que haverá uma perda na captação do sinal de voz. Concreto, metais, sons elevados próximo ao dispositivo de reconhecimento de voz, são os problemas mais presentes se tratando de uma área residencial. Apesar disso, algumas alternativas podem ser implementadas visando amenizar e até mesmo corrigir essas adversidade.

Uma destas alternativas, mais imediata, em se tratando de ruídos externos, é a utilização do dispositivo em um ambiente mais controlado, sem que haja a concentração de equipamentos que emitam muitos ruídos. Da mesma forma, o elevado número de pessoas próximas podem dificultar a captação da voz do emissor. Outra alternativa prevê o direcionamento correto do microfone ao emissor, para que não ocorra que as ondas sonoras se dissipem para outro cômodo da casa. Do mesmo modo, a aproximação do emissor ao dispositivo de reconhecimento de voz é bastante válido, pois, de acordo com os testes preliminares realizados, a eficiência do módulo VR3 é proporcional a proximidade que foi inicialmente gravada.

Uma outra alternativa se tratando do alcance dentro de ambientes residenciais, seria a implementação de módulos e microfones com maior potência e/ou sensibilidade, impactando o custo final. Um dispositivo ideal para ajudar neste desafio é o amplifi-

gador MAX4466, que apresenta uma excelente rejeição a ruídos vindos da fonte de alimentação. Utilizado como pré-amplificador de microfone, apresentando também um ajuste de ganho, pode ser capaz de melhorar a eficiência do reconhecimento de voz, em contrapartida, ocorrerá uma saturação.

Foram encontradas algumas dificuldades durante do desenvolvimento deste trabalho. Uma delas foi a implementação do módulo VR3 diretamente ao ESP8266 versão ESP-01 em conjunto com o aplicativo Blynk. Através disso, observando o manual de fabricante do módulo VR3, encontrou-se um meio ao qual o mesmo atuasse de forma independente sem quaisquer microcontroladores para realizar o acionamento, alterando dentro de um ambiente, os modos de controle de grupo do módulo.

A partir das informações presentes neste trabalho, concluímos por meio da elaboração do protótipo e da análise de seu funcionamento, as etapas de operação que tinham como propósito, dentre elas, o acionamento dos equipamentos que foram simbolizados através das lâmpadas por meio do comando de voz, e também a utilização de um aplicativo para realizar os mesmo acionamentos. Foi constatado também uma solução fácil e eficiente para a automação residencial inclusiva sem a utilização de equipamentos complexos e caros.

De modo geral, o protótipo implementado mostrou-se bastante promissor, atendendo as exigências estipuladas. Fornece ao usuário uma interface intuitiva para que equipamentos residenciais sejam acionados através de um aparelho celular, de uma forma acessível e descomplicada. Além disso, este trabalho foi de grande importância, pois, a partir dele, despertou interesse para o registro de um projeto para dar continuidade neste e em outros trabalhos na área de tecnologia assistiva. O projeto registrado teve o seguinte conceito: Desenvolvimento de Sistemas Eletroeletrônicos Voltados à Tecnologia Assistiva.

As Tecnologias Assistivas direcionadas para Pessoas com Deficiência ou mobilidade reduzida têm uma grande importância na diminuição das dificuldades encontradas no dia a dia, servindo como auxílio de suas tarefas, proporcionando maior conforto e segurança.

## 5.1 Produção científica

- MOURA, G. G. ; BONALDO, S. A. Protótipo de Automação Residencial Utilizando Reconhecimento de Voz para Tecnologia Assistiva. In: **35ª Jornada Acadêmica Integrada da UFSM**, 2020, Santa Maria - RS. Anais da 35ª. JAI, 2020. (Doc II –

3-13).

- MOURA, G. G. ; BONALDO, S. A. Protótipo de Automação Residencial para Tecnologia Assistiva Utilizando Reconhecimento de Voz e Monitoramento Via Aplicativo. In: **36ª Jornada Acadêmica Integrada da UFSM**, 2021, Santa Maria - RS. Anais da 36ª. JAI, 2021. (Doc II – 3-6).

## 5.2 Trabalhos futuros

Como sugestão para trabalhos futuros, alguns tópicos e possibilidades de pesquisa são elencados:

- Analisar através de outros métodos a eficácia do reconhecimento de voz, como por exemplo o comportamento em diferentes cômodos residenciais;
- Analisar e comparar a eficiência de um projeto quando utiliza-se de diversos dispositivos de reconhecimento de voz distribuído pela residência;
- Realizar uma avaliação estatística com um número superior de pessoas e tentativas;
- Banco de dados para monitoramento acessível via web, auxiliando profissionais da saúde na condução do bem-estar de seus pacientes;
- Projeto para tornar o sistema esteticamente mais atrativo para o usuário final.



## REFERÊNCIAS

AURESIDE, Associação Brasileira de Automação Residencial. **Relatório Especial: O Mercado de Automação Residencial**, 2012. Edição do Autor, 2012. 41 p.

AURESIDE, Associação Brasileira de Automação Residencial. **Especial Tecnologia: O Futuro na Ponta dos Dedos**, 2012. Edição do Autor, 2012. 41 p.

AURESIDE. **Desmistificando a domótica**. Disponível em: <<http://www.areside.org.br/artigos/default.asp?file=01.asp&id=74>>. Acesso em: 20 maio 2020.

AMEM, Bernadete; NUNES, Lena. Tecnologias de Informação e Comunicação: contribuições para o processo interdisciplinar no ensino superior. **Revista Brasileira de Educação Médica**. Rio de Janeiro, v. 30, n. 3, p: 2-10, Sept./Dec. 2006.

**Assistentes digitais de voz podem ser protagonistas para automação residencial**. Instituto information management, 2019. Disponível em: <<https://docmanagement.com.br/03/15/2019/assistentes-digitais-de-voz-podem-ser-protagonistas-para-automacao-residencial/>>. Acesso em: 20 maio 2020.

**A deficiência na história e os termos adequados para se referir a ela**. Rede juntos, São Paulo, SP. sem data. Disponível em: <<https://wiki.redejuntos.org.br/trails/incluir-pe-soas-com-deficiencia#2116>>. Acesso em: 20 maio 2020.

BERSCH, R., 2005. **Introdução à Tecnologia Assistiva**. Disponível em <[http://www.cedionline.com.br/artigo\\_ta.html](http://www.cedionline.com.br/artigo_ta.html)>. Acesso em: Acesso em: 20 maio 2020.

BERSCH, R. **Tecnologia assistiva e educação inclusiva**. In: Ensaio Pedagógicos, Brasília: SEESP/MEC, p. 89-94, 2006

BRASIL, 2004. **Decreto 5296 de 02 de dezembro de 2004**. Disponível em <<http://www6.senado.gov.br/legislacao/ListaPublicacoes.action?id=240147>> Acesso: 20 maio 2020.

BRASIL. SDHPR - **Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência** - SNPD. 2009. Disponível em: <<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/publicacoes/tecnologia-assistiva>> Acesso em: 20 maio 2020.

BRASIL. SDHPR - **Secretaria Nacional de Promoção dos Direitos da Pessoa com Deficiência** - SNPD. 2012 Disponível em: <<http://www.pessoacomdeficiencia.gov.br/app/>> Acesso em: 20 maio 2020.

CAT, 2007a. Ata da Reunião III, de abril de 2007, **Comitê de Ajudas Técnicas**, Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República (CORDE/SEDH/PR). Disponível em: <<http://www.mj.gov.br/corde/arquivos/doc/Ata%20III%2019%20e%2020%20abril2007.doc>> Acesso em: 20 maio 2020.

CAT, 2007b. Ata da Reunião V, de agosto de 2007, **Comitê de Ajudas Técnicas**, Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República (CORDE/SEDH/PR).

Disponível em: <[http://www.mj.gov.br/corde/arquivos/doc/Ata\\_V\\_CAT1.doc](http://www.mj.gov.br/corde/arquivos/doc/Ata_V_CAT1.doc)> Acesso em: 20 maio 2020.

CAT, 2007c. Ata da Reunião VII, de dezembro de 2007, **Comitê de Ajudas Técnicas**, Secretaria Especial dos Direitos Humanos da Presidência da República (CORDE/-SEDH/PR). Disponível em: <[http://www.mj.gov.br/corde/arquivos/doc/Ata\\_VII\\_Reuni~a\\_o\\_do\\_Comite\\_de\\_Ajudas\\_Tecnicas.do](http://www.mj.gov.br/corde/arquivos/doc/Ata_VII_Reuni~a_o_do_Comite_de_Ajudas_Tecnicas.do)> Acesso em: 20 maio 2020.

CARTY, Sharon. S. **Many Cars Tone Deaf To Women's Voices. Autblog**, 2011. Disponível em: <<https://www.autblog.com/2011/05/31/women-voice-command-systems/>>. Acesso em: 20 maio 2020.

COOK, A.M. HUSSEY, S. M. (1995). **Assistive Technologies: Principles and Practices**. St. Louis, Missouri. Mosby - Year Book, Inc.

Constituição Federal. **Governo Federal**, 1988. Disponível em: <<https://www.gov.br/pla-nalto/pt-br>>. Acesso em: 01 jun. 2020.

**Dificuldades no dia a dia de um portador de deficiência**. Bonde, 2008. Disponível em: <<https://www.bonde.com.br/educacao/passado-a-limpo/dificuldades-no-dia-a-dia-de-um-portador-de-deficiencia-98294.html>>. Acesso em: 20 maio 2020.

DIMON, Theodore. (2011). **Your Body, Your Voice – The key to natural singing and speaking**. California. North Atlantic Books.

ELECHOUSE. **Voice Recognition Module V3**, Disponível: <[https://www.elechouse.com/elechouse/images/product/VR3/VR3\\_manual.pdf](https://www.elechouse.com/elechouse/images/product/VR3/VR3_manual.pdf)>.

FERREIRA, Vitor Zago Gomes. **A Domótica como Instrumento para a Melhoria da Qualidade de Vida dos Portadores de Deficiência**. Trabalho de Conclusão de Curso. Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia da Paraíba, João Pessoa, 2010.

FINGER, L. S.; CIELO, C. A. Aspectos fisiológicos e clínicos da técnica fonoterapêutica de fonação reversa. **Rev. Bras. Otorrinolaringologia**, v. 73, p. 271–277, Abril 2007.

FUKUYAMA, E.E. Análise acústica da voz captada na faringe próximo à fonte glótica através de microfone acoplado ao fibrolaringoscópio. **Rev. Bras. Otorrinolaringol.**, v. 67, n. 6, p.776-86, nov. 2001.

GALVÃO FILHO, T. A. **A construção do conceito de Tecnologia Assistiva: alguns novos interrogantes e desafios**. In: Revista da FAGED - Entreideias: Educação, Cultura e Sociedade, Salvador: Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia - FAGED/UFBA, v. 2, n. 1, p. 25-42, jan./jun. 2013.

GALVÃO FILHO, T. A. et al. **Conceituação e estudo de normas**. In: BRASIL, Tecnologia Assistiva. Brasília: Comitê de Ajudas Técnicas/SEDH/PR, 2009, p. 13-39. Disponível em <[http://www.galvaofilho.net/livro-tecnologia-assistiva\\_CAT.pdf](http://www.galvaofilho.net/livro-tecnologia-assistiva_CAT.pdf)> Acesso em: 01 jun. 2020.

GUILHOTO, Paulo José dos Santos; ROSA, Susana Patrícia Costa de Sousa. **Reconhecimento de voz**, 2001. Disponível em: <<https://student.dei.uc.pt/~guilhoto/downlo>

ads/voz.pdf>. Acesso em: 15 jun. 2020.

GUIMARÃES, M. L. **Tecnologia e tecnologia assistiva**. Disponível em: <<http://aquarelasdigitais.blogspot.com.br/2012/10/tecnologia-e-tecnologia-assistiva.html>>. Acesso em: 15 jun. 2020.

**La domótica en edificación**. Inmodiario, 2015. Disponível em: <<https://www.inmodiario.com/182/21837/domotica-edificacion-crecera-anual-hasta.html>>. Acesso em: 20 maio 2020.

LINS, V; MOURA, W. **Domótica: Automação Residencial**. 2010. Disponível em: <[www.unibrat.ec.edu.br/tecnologus/wp-content/uploads/2010/12/lins\\_moura.pdf](http://www.unibrat.ec.edu.br/tecnologus/wp-content/uploads/2010/12/lins_moura.pdf)>. Acesso em: 01 jun. 2020.

MELLO, M. A. **Tecnologia assistiva: medicina de reabilitação aplicada à ortopedia e traumatologia**. Manole: São Paulo, 1997.

MELO, Érica.; TAKIUCHI, Marcelo; TONIDANDEL, Flavio. **Domótica inteligente: Automação baseada em comportamento**, São Bernardo do Campo, SP, sem data. Disponível em: <[https://fei.edu.br/~flaviot/pub\\_arquivos/cba2004\\_Final.pdf](https://fei.edu.br/~flaviot/pub_arquivos/cba2004_Final.pdf)>. Acesso em: 01 jun. 2020.

MARIOTONI C. A. & ANDRADE E. P. (2002). **Descrição de Sistemas de Automação Predial Baseados em Protocolos PLC Utilizados em Edifícios de Pequeno Porte e Residências**. CTAI - Revista de Automação e Tecnologia da Informação. Volume 01 nº 1 Janeiro/Junho 2002.

MATUCK, G. R., 2005. **Processamento de Sinais De Voz Padrões Comportamentais por Redes Neurais Artificiais**, São José dos Campos: s.n.

MURATORI, José Roberto; DAL BÓ, Paulo Henrique. **Automação Residencial – Conceitos e Aplicações**. 2. ed. Belo Horizonte: Editora Educere Ltda., 2014.

MANZINI, E. J. **Tecnologia assistiva para educação: recursos pedagógicos adaptados**. In: Ensaios pedagógicos: construindo escolas inclusivas. Brasília: SEESP/MEC, p. 82-86, 2005.

MCMILLAN, Graeme. **It's Not You, It's It: Voice Recognition Doesn't Recognize Women**. Time, 2011. Disponível em: <<https://techland.time.com/2011/06/01/its-not-you-its-it-voice-recognition-doesnt-recognize-women/>>. Acesso em: 20 maio 2020.

**Mobile voice survey reveals teens love to talk**. Google, 2014. Disponível em: <<https://googleblog.blogspot.com/2014/10/omg-mobile-voice-survey-reveals-teens.html>>. Acesso em: 15 jun. 2020.

NAZARI, A.C., NAZAR, J., GOMES M. **TECNOLOGIA ASSISTIVA (TA): do conceito legislação -discutindo a TA enquanto Política de Educação Inclusiva que contribui na formação e inclusão de pessoas com deficiência**. Disponível em <[http://www.eventos.ufu.br/sites/eventos.ufu.br/files/documentos/tecnologia\\_assistiva\\_ta\\_-\\_do\\_conceito\\_a\\_legislacao.pdf](http://www.eventos.ufu.br/sites/eventos.ufu.br/files/documentos/tecnologia_assistiva_ta_-_do_conceito_a_legislacao.pdf)>. Acesso em: 20 maio 2020.

**O que é a Casa Inteligente Inclusiva.** Universia, 2003. Disponível em: <<https://noticias.universia.com.br/destaque/noticia/2003/07/18/551099/e-casa-inteligente-inclusiva.html>>. Acesso em: 20 maio 2020.

PILOTI, Jason Scalco. **Sistema de automação residencial: Acessibilidade no controle doméstico.** Trabalho de conclusão de curso. Centro de ciências exatas e das tecnologias, Caxias do Sul, 2014.

**Quem são as pessoas com deficiência do Brasil.** Rede juntos, São Paulo, SP. sem data. Disponível em: <<https://wiki.redejuntos.org.br/busca/censo-ibge-quem-sao-pessoas-com-deficiencia-do-brasil>>. Acesso em: 20 maio 2020.

SANTESSO, Fernando. **Automação Residencial e Tecnologias Assistivas: a casa inteligente pode cuidar de você.** Artigos técnicos aureside, 2017. Disponível em: <<http://aureside.blogspot.com/2017/04/automacao-residencial-e-tecnologias.html>>. Acesso em: 20 maio 2020.

SCANLON, Patricia. **Voice recognition technology doesn't work for kids - and it's hurting them in the classroom.** World Economic Forum. 2020. Disponível em: <<https://www.weforum.org/agenda/2020/09/voice-assistants-speech-recognition-in-the-classroom>>. Acesso em: 11 out 2021.

SILVA, Edna Pereira da; FERREIRA, Jennifer de Sá Amaral; MARTINS, Maria Cristina Bortolozzo de Oliveira. Tecnologia Assistiva na Educação Inclusiva. **Revista Científica Unilago** [online], [S.l.], v. 1, n. 1, 2016. [S.p]. Disponível em: <<http://www.unilago.edu.br/revista/edicaoatual/Sumario/2016/downloads/32.pdf>>. Acesso em: 01 jun. 2020

SILVA, Anderson Gomes. **Reconhecimento de voz para palavras isoladas.** UFPE. Recife-PE, 2009.

SOUZA, Náiron de Vasconcelos. **Automação Residencial por Comandos de Voz para Pessoas com Mobilidade Reduzida.** Instituto Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

TEZA, V. R. **Alguns Aspectos Sobre A Automação Residencial – Domótica** (Dissertação de mestrado). Programa de Pós-graduação em ciência da Computação. UFSC. Florianópolis-SC, 2002.

# APÊNDICE A – CIRCUITO DE CONTROLE DO PROTÓTIPO

