

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA DE GOIÁS
ESCOLA POLITÉCNICA
GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE COMPUTAÇÃO



AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM A UTILIZAÇÃO DE RASPBERRY PI

ELIAS DA CUNHA LIMA REIS

GOIÂNIA, GO
2021

ELIAS DA CUNHA LIMA REIS

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM A UTILIZAÇÃO DE RASPBERRY PI

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Escola de Ciências Exatas e da Computação, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Computação.

Orientador(a): Me. Gustavo Siqueira Vinhal

GOIÂNIA, GO

2021

ELIAS DA CUNHA LIMA REIS

AUTOMAÇÃO RESIDENCIAL COM A UTILIZAÇÃO DE RASPBERRY PI

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado em sua forma final pela Escola Politécnica, da Pontifícia Universidade Católica de Goiás, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia de Computação, em ____/____/_____.

Prof. Me. Ludmilla Reis Pinheiro dos Santos
Coordenador(a) de Trabalho de Conclusão de Curso

Banca examinadora:

Orientador: Ma. Gustavo Siqueira Vinhal

Prof. Ma. Ludmilla Reis Pinheiro dos Santos

Prof. Ma. Fernando Gonçalves Abadia

GOIÂNIA

2021

AGRADECIMENTOS

Primeiro a Deus, por me guardar durante esta trajetória e me dar saúde e força para superar as adversidades. A minha família, esposa e pais que me apoiaram durante todo o percurso, me motivando durante os dias difíceis. E a todos que me ajudaram direta ou indiretamente ao longo da caminhada.

Feliz é o homem que persevera na provação,
porque depois de aprovado receberá a coroa da
vida, que Deus prometeu aos que o amam.

Tiago1:12

RESUMO

O conceito domótica nasceu por meados dos anos 80 e possui como premissa o controle de elementos, tais como: iluminação, climatização e segurança, tornando-se possível a automação de tarefas rotineiras. A principal característica da domótica é propor a utilização de um *hardware* de controle que realiza o gerenciamento de um sistema. Ao longo dos anos a automação residencial vem crescendo cada vez mais devido a redução de preços de dispositivos eletrônicos. Além disso, tal dispositivo vem se modernizando, trazendo facilidade para manuseio. Este projeto tem como objetivo o desenvolvimento de um protótipo de baixo custo para automatizar uma residência. Para isso foi desenvolvido uma aplicação web para controlar o ambiente de iluminação e duas televisões de marcas distintas. Este trabalho também apresenta o controle dos dispositivos por voz, permitindo a acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida. Os resultados mostram que por meio da pesquisa e validação, é possível se automatizar os ambientes escolhidos.

Palavras-chave: Automação residencial, aplicação web, domótica, residencial, web, raspberry PI.

ABSTRACT

The domotics concept was born in the mid' 80s and has as premise the control of elements such as: illumination, climatization and security, making possible the automation of routine tasks. The main characteristic of home automation is to propose the use of a control hardware that performs the management of a system. Over the years, home automation has been growing more and more due to the price reduction of electronic devices. Besides, this device has been modernizing, bringing ease of handling. This project aims to develop a low cost prototype to automate a residence. For this, a web application was developed to control the lighting environment and two televisions of different brands. This work also presents the control of the devices by voice, allowing accessibility for people with reduced mobility. The results show that through research and validation, it is possible to automate the chosen environments.

Keywords: Home automation, web application, home automation, home, web, raspberry PI.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Raspberry Pi modelo B+.....	17
Figura 2 – Especificações de Entradas da Raspberry Pi.....	18
Figura 3 – Especificações dos Pinos de Entrada da GPIO.....	20
Figura 4 - Entradas da GPIO (Node-Red).....	21
Figura 5 – Módulo relé 2 Canais.....	22
Figura 6 – Plafon Redondo E27.....	22
Figura 7 – Lâmpada de LED.....	23
Figura 8 – Interface Sistema NOOBS.....	24
Figura 9 – Interface VNC VIWER.....	24
Figura 10 – Interface de Inicialização dos serviços do Node-Red.....	25
Figura 11 – Interface de autenticação Node-Red.....	26
Figura 12 – Interface de Fluxos.....	27
Figura 13 – Interface do Fluxo Programável em JavaScript.....	28
Figura 14 – Interface programável Switch.....	28
Figura 15 – Interface programável Switch Smart-Nora.....	29
Figura 16 – Bibliotecas Node-Red.....	30
Figura 17 – Protocolo MQTT.....	31
Figura 18 – Interface de autenticação da dashboard.....	33
Figura 19 – Interface de Ambientes de Iluminação.....	33
Figura 20 – Interface de Controle TV Samsung.....	34
Figura 21 – Interface de Controle TV LG.....	34
Figura 22– Interface de Fluxos Controle Remoto.....	35
Figura 23 – Interface de Fluxos Função Volume.....	35
Figura 24 – Fluxos de Iluminação (Node-Red).....	36
Figura 25 – Protótipo de Iluminação OFF.....	37
Figura 26 – Protótipo de Iluminação ON.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Especificações técnicas do Raspberry Pi

Tabela 2 – Orçamento do Projeto

Tabela 3 – Comparativo de Orçamento

LISTA DE SIGLAS

APIS	<i>Application Programming Interface</i>
CSI	Interface para Câmera
DSI	Interface para Display
GB	Giga Bit
GPIO	<i>General Purpose Input/Output</i>
HDMI	<i>High-Definition Multimedia Interface</i>
IOT	<i>Internet of Things</i>
LOG	Registro de Atividade
MHZ	<i>Megahertz</i>
MQTT	<i>Message Queuing Telemetry Transport</i>
OFF	Desligado
ON	Ligado
TCC	Trabalho de Conclusão de Curso
TV	Televisor
USB	<i>Universal Serial Bus</i>
WEB	Internet
WI-FI	<i>Wireless Fidelity</i>

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
1.1 Motivação De Desenvolvimento	14
1.2 Objetivo Geral.....	14
1.3 Objetivos Específicos	14
1.4 Resultados Esperados.....	14
1.5 Estrutura do Trabalho.....	15
2 AUTOMAÇÃO	15
2.1 Domótica	15
2.2 Automação Residencial	16
3 MATERIAIS E METODOS.....	17
3.1 <i>Hardware</i>	17
3.1.1 Raspberry pi	17
3.1.1 Raspberry pi	17
3.1.1.1 Microprocessador	19
3.1.1.2 Gpio	20
3.1.2 Modulo Relé.....	21
3.1.3 Plafon Sobrepor.....	22
3.1.4 Lâmpada de LED.....	23
3.2 Software	23
3.2.1 Vnc viwer	24
3.2.2 Node-Red	25
3.2.2.1 Ambiente de Programação Node-Red.....	27
3.2.2.2 Bibliotecas Red-Node	29
3.2.3 Protocolos de Comunicação	30
3.2.4 Biblioteca Smart-Nora.....	31
3.3 Método de Pesquisa	32
4 Resultados.....	32
4.1 Aplicações	33
4.2 PROTÓTIPO	36

4.3 ORÇAMENTO DO PROJETO	38
6 CONCLUSÃO	40
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41

1 INTRODUÇÃO

Ao decorrer dos anos, a automação residencial passou por uma significativa evolução, tendendo a se tornar popular, porém não compreendida em sua totalidade. De acordo com Alievi (2008), No início da década de 80 nasceram os primeiros projetos automatizados, onde era possível efetuar o controle apenas da iluminação, segurança e climatização, os quais eram combinados. E, desde então o princípio permanece o mesmo.

De acordo com Lisboa e Cruz (2014) a automação residencial foi projetada para fornecer ao usuário o controle de dispositivos elétricos por meio de emissores e receptores. Inicialmente, atuantes como “ligar” e “desligar” por meio de comandos, eram transmitidos pela malha elétrica.

Com o avanço da tecnologia também se iniciou a modernização de ambientes domésticos. Eles passaram a comportar sistemas de baixo custo que traziam consigo a tecnologia responsável pela gestão do ambiente habitacional, conhecido como domótica. Em seguida, como o avanço dos protocolos Web, tais com FTP (*File Transfer Protocol*) e HTTP (*Hypertext Transfer Protocol*), que então permitem a comunicação direta entre os dispositivos que interagem entre si de forma mais objetiva conforme Lisboa e Cruz (2014).

Conforme Souza e Ferreira (2019), casa inteligente é aquela que possui sistemas de automação avançados, os quais permitem que a casa seja controlada por sensores que são ativados e desativados por meio de controles. Esses controles podem ser *smartphones*, Inteligência artificial (IA) ou qualquer sistema que interaja de forma direta aos comandos efetuados pelo usuário.

A variedade de dispositivos encontrados no mercado atualmente é vasta, de modo que pode variar desde microprocessadores, a sistemas de inteligência artificial e microprocessadores, porém nem todos são acessíveis a determinadas classes sociais. Conforme mencionado por Andraues (2015), o custo para uma automação pode variar de 1 mil até 250 mil reais, de maneira a exigir que o custo seja cada vez mais requisitado durante os projetos.

1.1 Motivação De Desenvolvimento

A motivação para o desenvolvimento desse projeto gira em torno do custo agregado aos componentes que permitem automatizar uma residência, o qual pode ser muito para determinadas classes sociais. Com isso, surgiu a curiosidade em conhecer mais sobre o funcionamento e a integração de dispositivos que permitam a automação residencial. Com a automação é possível gerenciar lâmpadas, motores, dispositivos elétricos, bem como qualquer coisa que esteja conectada à rede. Esse gerenciamento pode ser realizado utilizando a plataforma Raspberry Pi e a ferramenta de desenvolvimento Node-Red.

Este projeto visa proporcionar a acessibilidade ao usuário na realização de diferentes tarefas de rotina, tornando-as mais práticas, promovendo um maior conforto e trazendo independência de certas atividades que anteriormente poderiam gerar dependência de um terceiro.

1.2 Objetivo Geral

Este projeto tem como objetivo o desenvolvimento de um protótipo de baixo custo para automatização residencial por meio do sistema de iluminação de controle de um televisor.

1.3 Objetivos Específicos

Como objetivos específicos, espera-se desenvolver um sistema de automação residencial que permita o controle das seguintes tarefas:

- Iluminação: controlar a iluminação interna e externa dos ambientes, de modo a ser controlada por comando de voz através do smartphone ou por meio das dashboards criadas;
- Controle de TV: controlar ações da televisão sendo acionado pela interface web ou comando de voz;

1.4 Resultados Esperados

Espera-se que, com os resultados dessa pesquisa, seja possível a construção de um sistema de automação residencial de baixo custo e de simples

implementação. Além disso, proporcionar maior conforto, comodidade, segurança e praticidade, de modo a trazer melhor qualidade de vida ao usuário.

1.5 Estrutura do Trabalho

A estrutura do trabalho é apresentada em sete capítulos. O Capítulo 1 apresenta a introdução, juntamente com os objetivos e justificativa do trabalho. No Capítulo 2 são apresentados os conceitos de automação e sua importância para a sociedade. No Capítulo 3 são apresentados os artefatos de *hardware* e *software* utilizados, além do método de pesquisa adotado. No Capítulo 4 são apresentados os resultados obtidos. Por fim, no Capítulo 5 conclui-se o trabalho.

2 AUTOMAÇÃO

De acordo com (SILVA, 2019) a automação é pratica de tornar processos manuais em processos independentes de interação humana direta. O que antes era feito de forma manual agora será realizado por meio de um recurso tecnológico para ação dos processos.

A automação residencial mostra a atuação de tecnologias ao ambiente de modo que tragam conforto, comodidade, economia, eficiência e produtividade. A unidade controlada torna mais usual com os serviços (WORTMEYER, FREITAS E CARDOSO 2005).

2.1 Domótica

Segundo (ANGEL,1993) a palavra Domótica nasce da junção da palavra latina Domus (casa) e do termo Robótica. A domótica se aplica ao controle de uma residência. Toda a automação é realizada por meio de equipamentos que possuem como finalidade a comunicação entre as instruções estabelecidas pelo usuário e o sistema automatizado (MURATORI E BÓ, 2011).

A domótica se aplica ao domínio básico da tecnologia, de maneira que tende a ter como objetivo fundamental proporcionar a qualidade de vida ao usuário por meio da aplicação da mesma. Ressalva a redução do trabalho físico, e, de forma inerente, o aumento do bem estar efetuada por seus recursos (ANGEL, 1993).

2.2 Automação Residencial

Segundo (BOLZANI, 2004), a automação residencial se dá pela aplicação de tecnologia no meio de tarefas domésticas realizadas diariamente. Os benefícios como comodidade, conforto e segurança são de inerente aplicação no meio.

Por trás da automação residencial existem diversos elementos envolvidos, de simples sensores até complexas centrais de automação, que fornecem uma experiência ideal para as necessidades, desejos e condições de cada usuário (ACCARDI E DODONOV, 2012).

Desta forma percebe-se que o fator que define a automação residencial é a integração dos sistemas, aliados à capacidade de executar ações mediante as instruções estabelecidas pelo usuário. Assim, se abrange os sistemas integrados a residência (MURATORI E BÓ, 2011).

Dentre os diversos benefícios que a automação residencial proporciona, destaca-se:

- **Conforto:** o conforto é um dos recursos mais agradáveis na automação. Traz ao usuário uma experiência única, permitindo o controle da total residência de forma prática.
- **Segurança:** o sistema de segurança é um fator primordial em qualquer residência, proporcionando ao usuário mais tranquilidade para realizar suas atividades com segurança. De modo geral, a integração com a automação residencial permite que o usuário efetue todo o controle de câmeras, alarmes, fechaduras eletrônicas, reconhecimento fácil etc.
- **Acessibilidade:** a automação gera independência a usuários com atividades motoras reduzidas, proporcionando maior conforto e comodidade.
- **Energia:** com a integração de automação é possível gerenciar os dispositivos conectados à rede de energia, monitorando o gasto energético.
- **Comunicação:** é um fator essencial na atualidade. De modo que, atua como intermediador nos meios de transmissão, trazendo a comodidade que permite as pessoas se comunicarem de maneira ágil e prática. Este processo se torna ainda mais importante quando levado em consideração pessoas que possuem limitações de comunicação, sendo assim um processo essencial.

3 MATERIAIS E METODOS

Neste Capítulo serão apresentadas as tecnologias utilizadas para o desenvolvimento deste projeto (*hardware* e *software*), assim como o método de pesquisa adotado.

3.1 Hardware

trata-se da parte física de um determinado equipamento, ou seja, é um conjunto de unidades que constituem um sistema de processamento de dados (KEEN, 1996).

3.1.1 Raspberry pi

3.1.1 Raspberry pi

Segundo (RASPBerryPI, 2021) Raspberry Pi é um computador do tamanho de um cartão de crédito e que possui funcionalidades semelhantes a de um computador pessoal (PC). Existem diversos modelos de Raspberry Pi, das quais se destaca a versão 3, modelo B+. A Figura 1 ilustra esse modelo.

Figura 1 – Raspberry Pi modelo B+



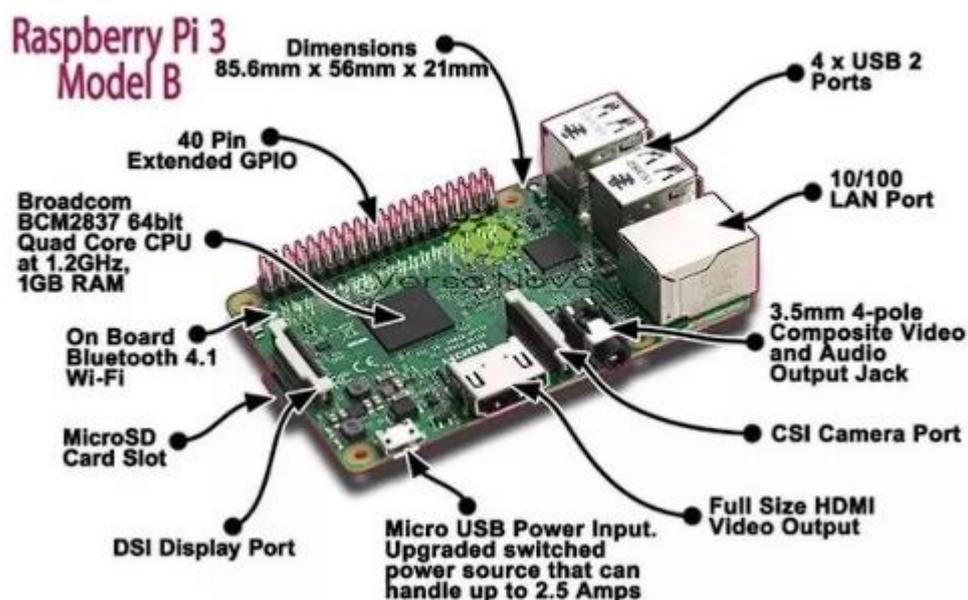
Fonte: RASPBerryPI, 2021.

Quando comparado com seu antecessor, o Raspberry Pi 3 Modelo B+ não obteve grandes mudanças. De modo geral, as dimensões físicas e os conectores se mantiveram, assim como a quantidade de GPIO. Como mudança principal está a inserção de um slot microSD do tipo *push-pull* (conexão de entrada fácil), para evitar a retirada indesejada do cartão da placa, garantindo mais segurança.

O Raspberry Pi 3 Modelo B+, possui um *chip* Broadcom BCM2837, que possui 4 processadores de 64 bits, aumentando o desempenho em até 50%, quando comparado com o seu antecessor. Apesar da quantidade de memória não ter sofrido alteração, o seu *clock* foi aumentado para 400MHZ. Tendo em vista que o *clock* sofreu alteração, foi necessária que a corrente elétrica também sofresse um aumento tendo em vista a proporção de circuitos inseridos na placa (RASPBERRYPI, 2018).

Além disso, nesta versão foi incluído um *chip* de antena WI-FI e Bluetooth, não fazendo necessária a conexão de uma antena externa. A Figura 2 apresenta o esquemático das entradas contidas no modelo do Raspberry Pi 3 Modelo B+.

Figura 2 – Especificações de Entradas da Raspberry Pi



Fonte: CASADAROBOTICA, 2021.

Conforme ilustra a Figura 2, o Raspberry Pi 3 Modelo B+ possui um conjunto de Portas de Entrada e Saída de Uso Geral (GPIO) , quatro Portas Seriais Universais (USB) 2.0, uma porta de Interface Multimídia de Alta Definição (HDMI)

tamanho convencional, uma porta de Interface Serial de Câmera (CSI) para conexão de uma câmera Raspberry Pi, uma porta de Interface Serial Digital (DSI) para conectar uma tela de toque Raspberry Pi, uma saída estéreo de 4 polos, porta de vídeo composto, uma porta de cartão de memória (Micro SD) para carregar seu sistema operacional e armazenar dados, uma entrada de alimentação 5v / 2,5 DC, uma entrada de internet RJ45.

A Tabela 1 mostra outras informações a respeito das especificações do *hardware*.

Tabela 1 – Especificações técnicas do Raspberry Pi

Processador	Broadcom BCM2837B0
Memoria	1GB LPDDR2 SDRAM
Conectividade	2.4GHz e 5GHz IEEE 802.11.b/g/n/ac wireless LAN, Bluetooth
Acesso	Extended 40-pin GPIO header
Vídeo e Som	1 x full size HDMI MIPI DSI display MIPI CSI Câmera porta 4
Multimidia	H.264, MPEG-4 decode (1080p30)
Suporte de Cartão SD	Formato Micro SD para carregar o sistema operacional
Entrada de alimentação	5V/2.5A DC via micro USB 5V DC via GPIO header
Ambiente	Temperatura operacional, 0–50 ° C
Vida útil de produção	Produção até 2023

Fonte: RASPBERRYPI, 2021.

3.1.1.1 Microprocessador

Segundo (ARRUDA, MAX et al, s.d) microprocessadores podem ser considerados como o cérebro do microcomputador. Pois é nele que é realizado o gerenciamento de todos os recursos contidos no sistema. O funcionamento é baseado procedimentos providos da Unidade Central de Processamento (CPU).

A primeira característica a considerar num computador é sua unidade central de processamento, que poderá fornecer uma série de indicações sobre o equipamento. A UCP ou CPU (Central Processing Unit), também pode ser chamada de processador ou microprocessador, os quatro termos são equivalentes. Tudo o que acontece num computador provém da UCP, que gerência todos os recursos disponíveis no sistema. Seu funcionamento é coordenado pelos programas, que indicam o que deve ser feito e quando. Basicamente, a UCP executa cálculos muito simples como somas e comparações entre números, mas com uma característica muito especial: uma velocidade extremamente elevada (ARRUDA, MAX et al, s.d).

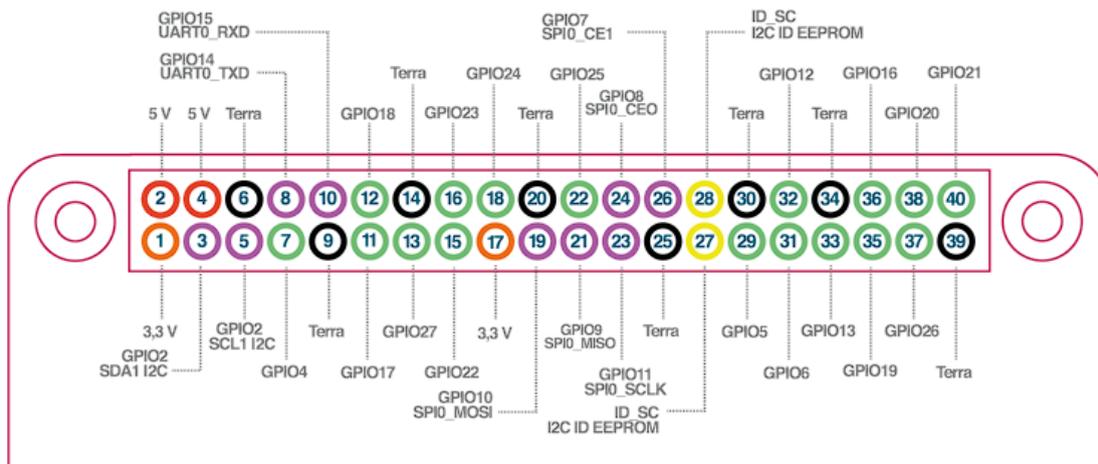
A área funcional de dispositivos básicos é definida pelo conjunto: unidade de controle (UC), decodificador, registrador de instrução (RI), frequência de processamento (CLOCK) e registradores de endereço de memória (ARRUDA, MAX et al, s.d).

A Raspberry Pi 3 Modelo B+ utiliza um microprocessador Broadcom BCM2837, com 4 núcleos de 64 bits cada.

3.1.1.2 Gpio

As portas de entrada e saída de uso geral são responsáveis por fazer a comunicação da placa com o mundo externo. A Raspberry Pi 3 Modelo B+ é composta por 40 pinos (RASPBERRYPI, 2021). A Figura 3 apresenta o esquema de cada pino de entrada da GPIO.

Figura 3 – Especificações dos Pinos de Entrada da GPIO



Fonte: FLIPFLOP, 2018.

Figura 4 - Entradas da GPIO (Node-Red)

Edit rpi-gpio out node

Delete Cancel Done

⚙ Properties

● Pin

3.3V Power - 1	2 - 5V Power
SDA1 - GPIO02 - 3	4 - 5V Power
SCL1 - GPIO03 - 5	6 - Ground
GPIO04 - 7	8 - GPIO14 - TxD
Ground - 9	10 - GPIO15 - RxD
GPIO17 - 11	12 - GPIO18
GPIO27 - 13	14 - Ground
GPIO22 - 15	16 - GPIO23
3.3V Power - 17	18 - GPIO24
MOSI - GPIO10 - 19	20 - Ground
MISO - GPIO09 - 21	22 - GPIO25
SCLK - GPIO11 - 23	24 - GPIO8 - CE0
Ground - 25	26 - GPIO7 - CE1
SD - 27	28 - SC
GPIO05 - 29	30 - Ground
GPIO06 - 31	32 - GPIO12
GPIO13 - 33	34 - Ground
GPIO19 - 35	36 - GPIO16
GPIO26 - 37	38 - GPIO20
Ground - 39	40 - GPIO21

40

Type: Digital output

Initialise pin state?

Fonte: Autoria própria, 2021.

3.1.2 Modulo Relé

Relés são dispositivos eletromecânicos que possuem como função permitir a passagem de alta tensão (110v ou 220v) utilizando um sinal de baixa tensão (5v). Ele pode ser visto como um interruptor que é ativado com baixa tensão. A Figura 4 mostra um módulo relé com 2 canais.

Figura 5 – Módulo relé 2 Canais.



Fonte: ELETROGATE, 2021.

De acordo com a Figura 04, cada canal representa um relé, permitindo a integração com diversos dispositivos controláveis. Cada módulo pode ser utilizado em diferentes projetos devido sua versatilidade. No protótipo foi posicionado ao lado do Raspberry Pi para os testes de comandos inseridos.

3.1.3 Plafon Sobrepor

É considerado como um tipo de luminária instalada de maneira sobreposta no teto. Possui como principal função a fixação da lâmpada ao teto bem como isolamento térmico e acabamento. A Figura 5 mostra o plafon de sobrepor.

Figura 6 – Plafon Redondo E27



Fonte: LINA, 2021.

3.1.4 Lâmpada de LED

É um dispositivo que possui como função a produção de luz por meio de diodos que emitem luz. A Figura 6 mostra a Lâmpada de Led.

Figura 7 – Lâmpada de LED

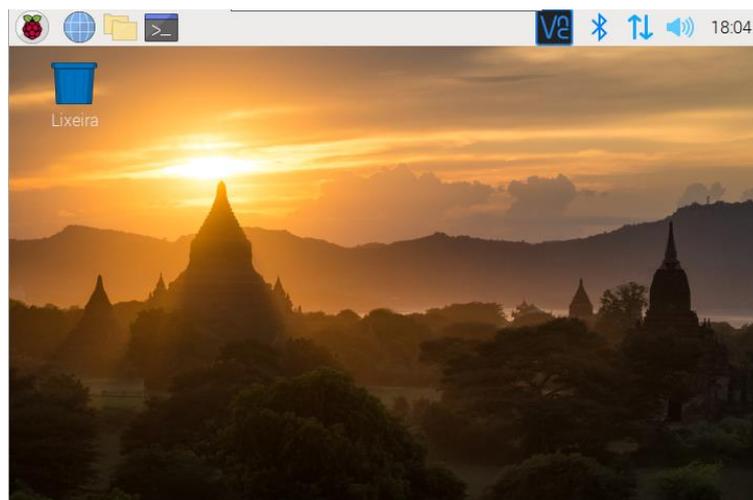


Fonte: SANTIL, 2021.

3.2 Software

O *software* escolhido para implementação desse projeto foi o “NOOBS” o qual é fornecido de forma gratuita pela própria Raspberry Pi. Baseado em um sistema Linux, ele foi projetado para oferecer uma ótima interface gráfica, tornando a experiência de utilização dentro da Raspberry Pi mais interessante e simples, facilitando a sua integração. A Figura 10 apresenta a interface do *software* “NOOBS”.

Figura 8 – Interface Sistema NOOBS

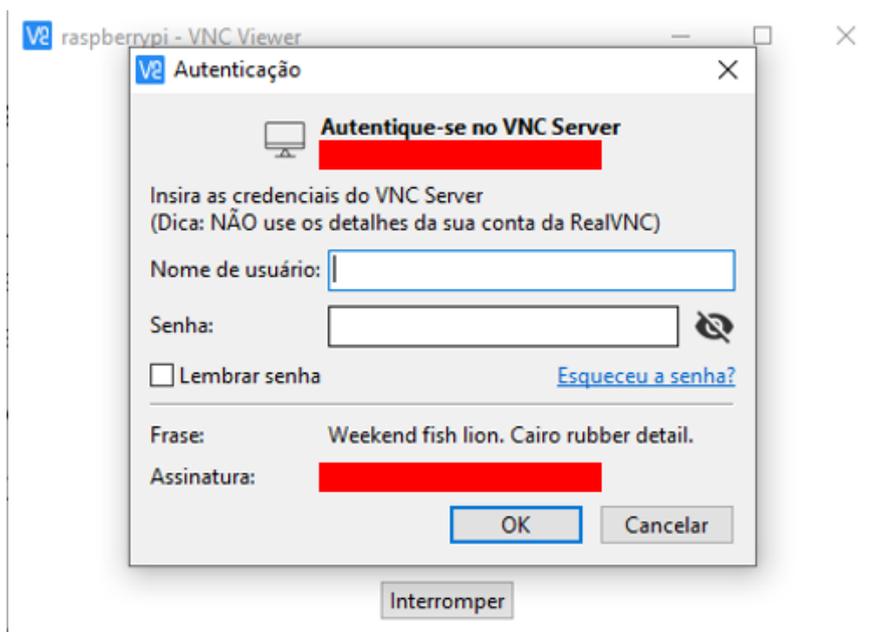


Fonte: Autoria própria, 2021.

3.2.1 Vnc viwer

É um sistema gratuito que possuiu como função o compartilhamento gráfico de *desktops* que fazem o uso do protocolo remoto de controle. Eles são utilizados para conexão remota. Na Figura 11 é mostrada a tela de autenticação do mesmo.

Figura 9 – Interface VNC VIWER

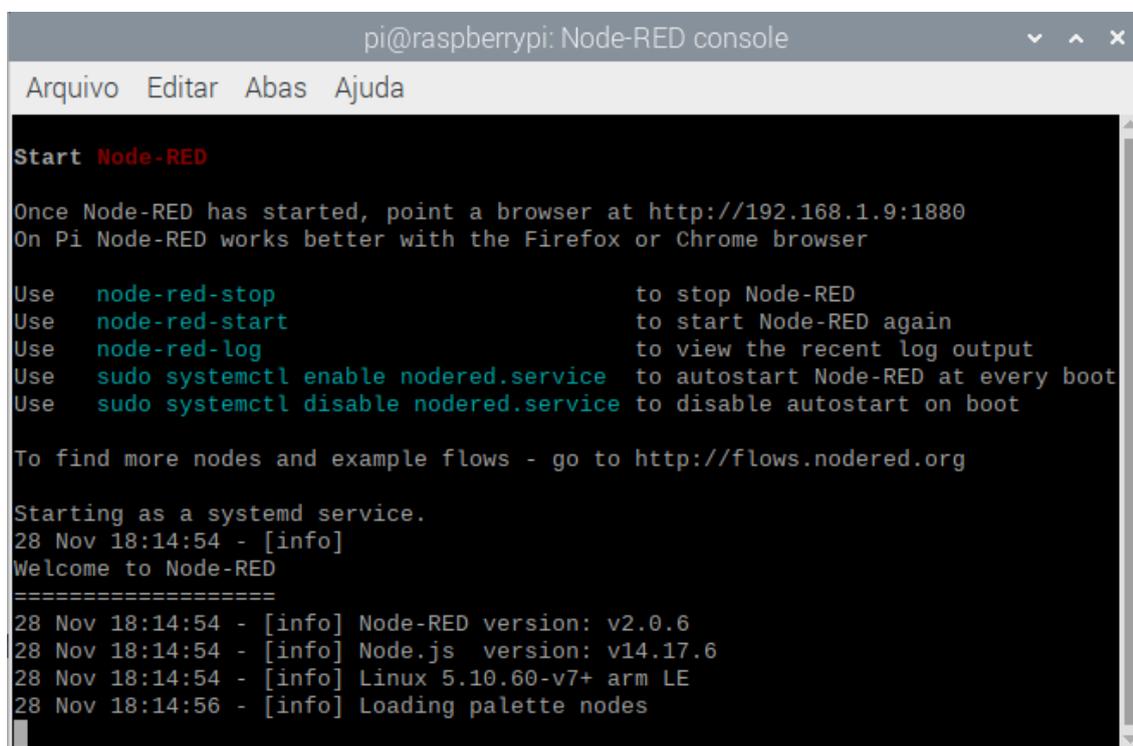


Fonte: Autoria própria, 2021.

3.2.2 Node-Red

Node-Red, é uma ferramenta que possui código aberto e tem como proposta a programação por meio de fluxos de fácil implementação. Inicialmente foi desenvolvida para a conexão de dispositivos IoT (Internet das Coisas) e, posteriormente, estendido a *hardwares*, APIS (Conjunto de Padrões de uma Interface) e web services (Solução utilizada na integração de Sistemas). Conforme a Figura 12, segue inicialização dos serviços do Node-Red dentro do Raspberry PI.

Figura 10 – Interface de Inicialização dos serviços do Node-Red



```
pi@raspberrypi: Node-RED console
Arquivo  Editar  Abas  Ajuda

Start Node-RED

Once Node-RED has started, point a browser at http://192.168.1.9:1880
On Pi Node-RED works better with the Firefox or Chrome browser

Use  node-red-stop          to stop Node-RED
Use  node-red-start        to start Node-RED again
Use  node-red-log          to view the recent log output
Use  sudo systemctl enable nodered.service to autostart Node-RED at every boot
Use  sudo systemctl disable nodered.service to disable autostart on boot

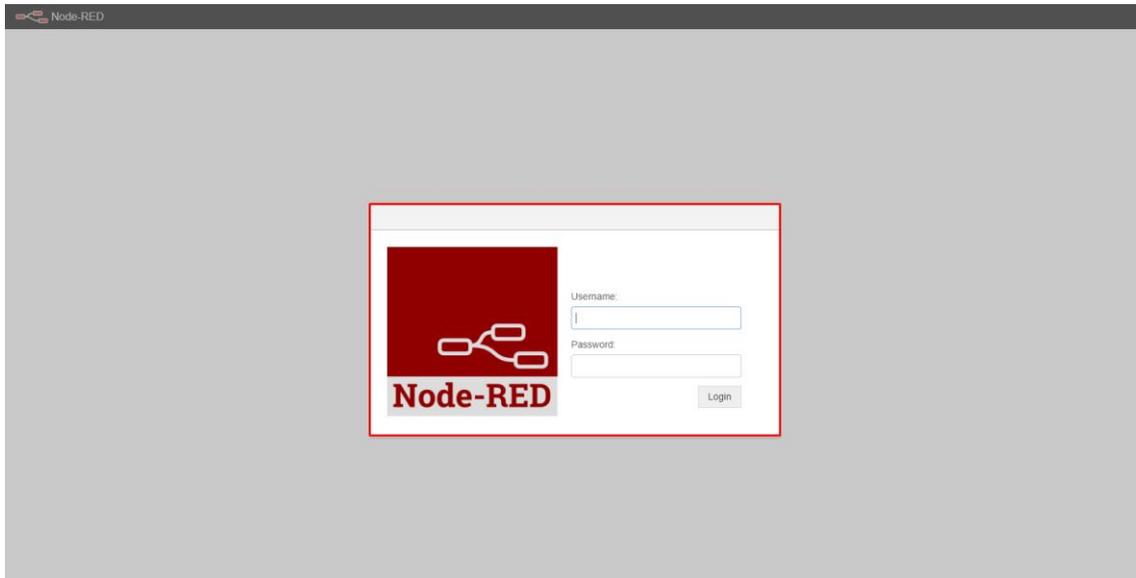
To find more nodes and example flows - go to http://flows.nodered.org

Starting as a systemd service.
28 Nov 18:14:54 - [info]
Welcome to Node-RED
=====
28 Nov 18:14:54 - [info] Node-RED version: v2.0.6
28 Nov 18:14:54 - [info] Node.js  version: v14.17.6
28 Nov 18:14:54 - [info] Linux 5.10.60-v7+ arm LE
28 Nov 18:14:56 - [info] Loading palette nodes
```

Fonte: Autoria própria, 2021.

A Figura 13 apresenta a tela de Login do Node-Red

Figura 11 – Interface de autenticação Node-Red

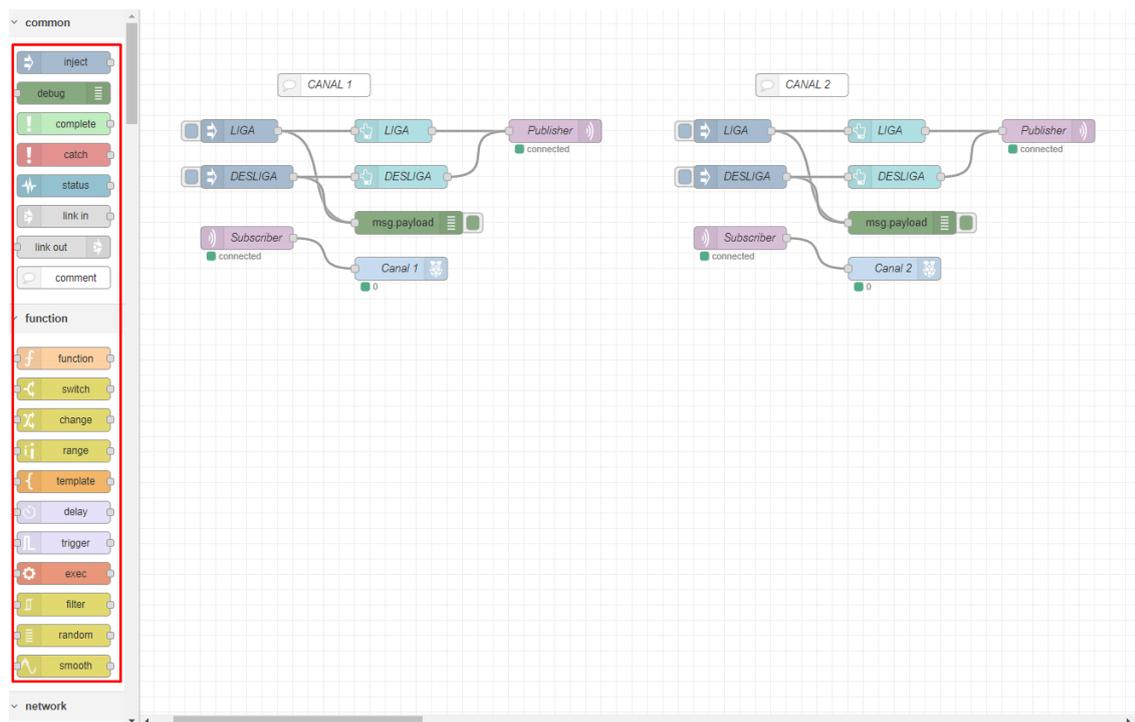


Fonte: Autoria própria, 2021.

Por meio de nodes (ou fluxos) é possível a execução de eventos HTTP, TCP (Protocolo de Controle de Transmissão), websocket (tecnologia de Comunicação Bidirecional), MQTT (Transporte de telemetria de enfileiramento de mensagens, utilizado para troca de mensagens entre sensores) e outros. Sua edição é baseada no navegador, sem que haja restrições de forma a se facilitar as conexões. O principal destaque desta aplicação se baseia no fato desenvolvimento ser possível em qualquer sistema operacional, tendo como requisito a instalação do Node.js.

O Node.js é um nó (Fluxo Programável) pré compilado que permite a programação em JavaScript dentro do editor. Ele permite executar exatamente o que se deseja dentro do fluxo. O Node-Red possui inicialmente 40 Fluxos, os quais necessitam apenas que sejam arrastados para o diagrama de fluxo para que possam ser usados. A Figura 14 apresenta a interface de fluxos.

Figura 12 – Interface de Fluxos



Fonte: Autoria própria, 2021

O Node-Red possui vários outros nós que podem ser adicionados conforme a preferência, os quais são baseados no IMB IoT Foundation e podem ser de variados tipos. Pelo fato de se tratar de uma ferramenta aberta, várias bibliotecas estão sendo constantemente implementadas.

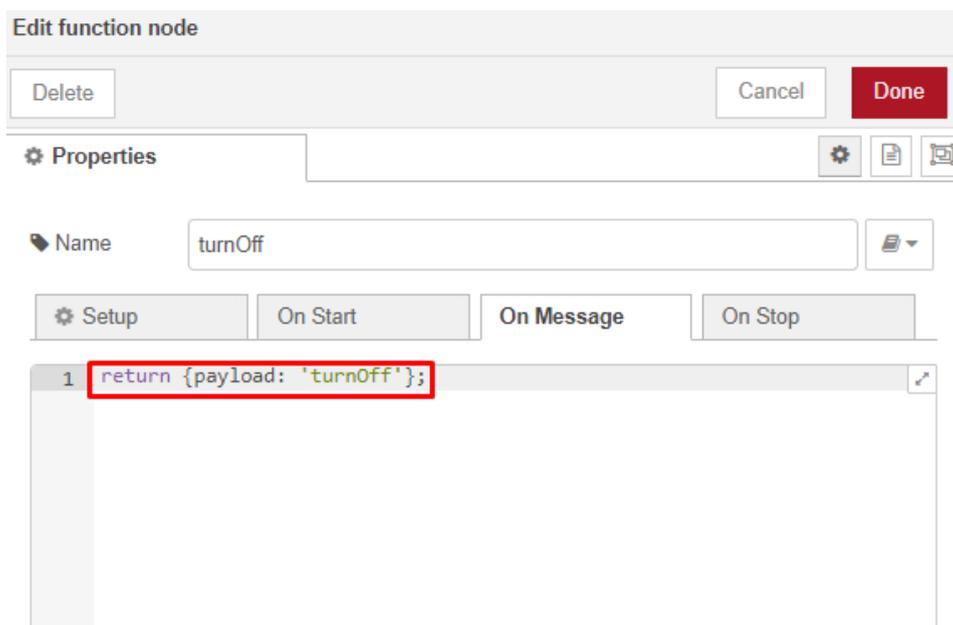
3.2.2.1 Ambiente de Programação Node-Red

Por mais que o Node-Red permita efetuar a programação direta por meio dos fluxos compostos, por muita das vezes será necessário a inserção de alguns códigos para que as estruturas de direcionamento sejam validadas.

Toda programação efetuada neste projeto se baseia na Linguagem JavaScript. O ambiente de desenvolvimento fornece várias funções que facilitam o desenvolvimento, de maneira a possuir diversas bibliotecas já prontas para integração com diversos dispositivos de *hardware*.

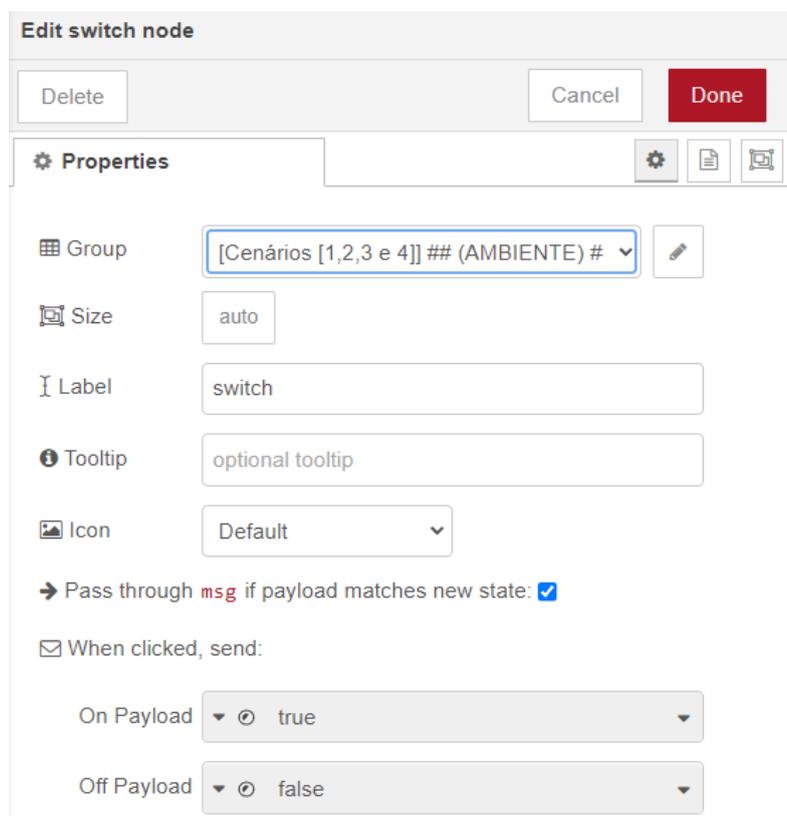
O ambiente possui como característica principal a programação por meio de fluxos, os quais facilitam a integração e agilidade entre os processos. De modo geral, esses fluxos permitem o desenvolvimento de um sistema que envia os comandos a serem executados pela aplicação dentro do Raspberry Pi. Ou seja, alguns fluxos devem ser programados conforme a estrutura da Figura 15.

Figura 13 – Interface do Fluxo Programável em JavaScript



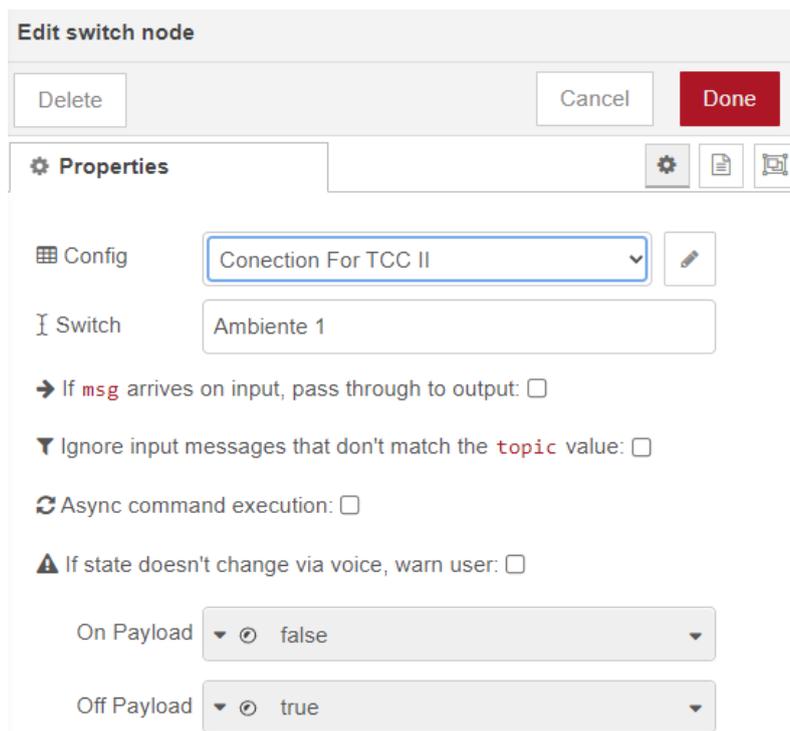
Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 14 – Interface programável Switch



Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 15 – Interface programável Switch Smart-Nora



Edit switch node

Delete Cancel Done

Properties

Config Conection For TCC II

Switch Ambiente 1

→ If `msg` arrives on input, pass through to output:

▼ Ignore input messages that don't match the `topic` value:

↻ Async command execution:

⚠ If state doesn't change via voice, warn user:

On Payload false

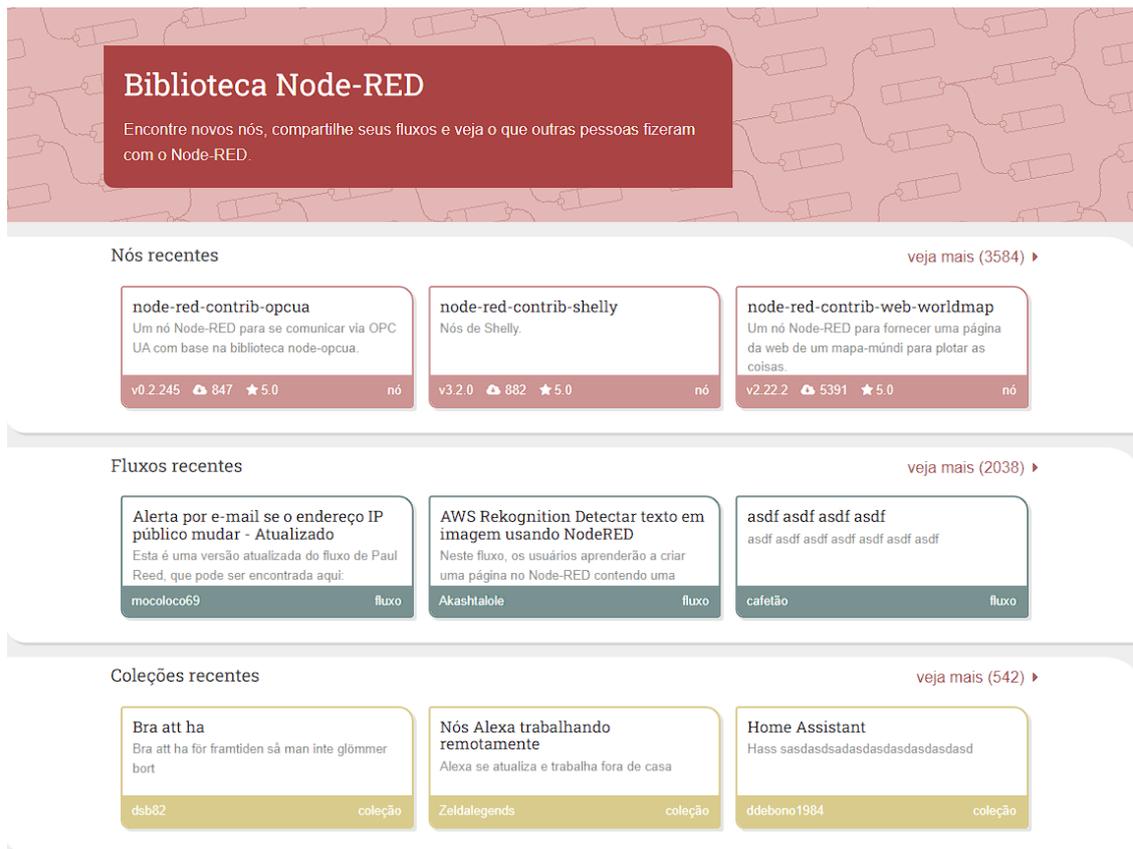
Off Payload true

Fonte: Aatoria própria, 2021.

3.2.2.2 Bibliotecas Red-Node

O Node-Red conta com “nós”, usualmente conhecidos como bibliotecas. São voltadas para a arquitetura de programação orientada a fluxos. Há inúmeras bibliotecas disponíveis para utilização dentro da aplicação que estão em constante evolução. Elas podem ser adicionadas tanto pelo uso direto na ferramenta dentro do Node-Red, quanto por importação do código fonte. A Figura 16 apresenta a interface de bibliotecas do Node-Red.

Figura 16 – Bibliotecas Node-Red



Fonte: Node-Red, 2021

3.2.3 Protocolos de Comunicação

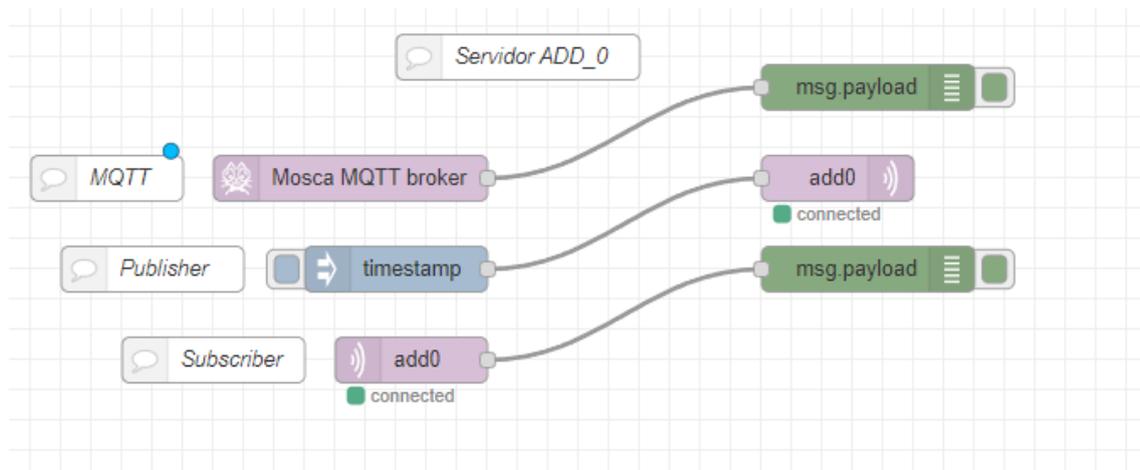
Protocolos de comunicação é um conjunto de regras/procedimentos que efetuam o controle e a permissão da troca de dados entre máquinas. Eles devem garantir que a troca de informação seja realizada de maneira segura e eficiente. Um protocolo de comunicação utilizado na Raspberry Pi é o MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*).

O MQTT foi criado para utilização com internet das coisas e, posteriormente, começou a ser utilizado nos processos de automação, seja ela residencial ou industrial. Uma característica que torna o seu uso viável é o baixo consumo de recursos computacionais para a sua execução.

A integração do MQTT com a plataforma do Node-Red é fácil, tornando o controle da aplicação mais dinâmica. Isso é possível pois o MQTT foi implementado pela própria Node.js (plataforma base do Node-Red) de modo a proporcionar a utilização do MQTT sem que seja necessário instalar um *broker* externo como meio de intermediação. O "broker" é o responsável por efetuar o gerenciamento das publicações efetuadas com a utilização do protocolo de comunicação MQTT. Ou seja, *broker* é o servidor do MQTT.

Dados os recursos fornecidos pela plataforma do Raspberry Pi, é possível que a aplicação do Red-node seja executada dentro do mesmo sem qualquer tipo de problema, conseqüentemente a eficiência da aplicação torna-se drasticamente mais eficiente. A Figura 17 apresenta a aplicação do protocolo MQTT no servidor no Node-Red.

Figura 17 – Protocolo MQTT



Fonte: Autoria própria, 2021.

3.2.4 Biblioteca Smart-Nora

Essa biblioteca possui como função a realização da integração dos fluxos contidos dentro do Red-Node com o Google Home por meio do Home Assistente. Com isso, é possível efetuar comando de voz diretamente do Home Assistente, e controlar todo processo de automação efetuado dentro do Node-Red. É necessário apenas dizer “OK Google” e informar o comando desejado, como: “Ligar luz da Cozinha”, e assim o comando será efetuado.

3.2.5 Sistema de Iluminação Interna e Externa

O sistema de iluminação consiste em dois módulos de ativação, sendo eles por meio da voz ou através do uso de uma página na web.

- Comando de voz: realizado por meio da aplicação do Google Assistente.
- Acesso Web: por meio de um acesso web apresenta uma interface que permite o controle dos ambientes automatizados.

3.3 Método de Pesquisa

O método de pesquisa baseou-se por meio de vídeo aulas, bibliotecas, livros e artigos científicos os quais deram toda a base para a criação deste projeto. De maneira que a mesma se caracteriza como pesquisa bibliográfica a qual resulta a partir de matérias pré-dispostos para utilização e a partir disso gerar novas vertentes como se fez no caso em questão.

De modo geral foi observado o âmbito residencial e suas atividades passíveis de automação. Para que então fosse assim possível trazer benefícios, com a economia e facilidade de uso dentro do projeto. Para que os componentes fossem escolhidos foi observado como premissa o custo-benefício, tendo em vista o menor valor orçamentário.

A escolha dos componentes foi realizada por meio de diversas pesquisas acerca do tema, para que desta forma fosse então possível a escolha destes recursos bem como uma boa utilização. Desta forma, foi selecionado o microprocessador Raspberry Pi. Tendo em vista seu desempenho para o propósito do projeto. O mesmo possui suporte a diversas bibliotecas, o que então facilita bastante todo seu desenvolvimento par ao protótipo.

De modo geral chegou-se à conclusão de automatizar dispositivos que necessitem de “Ligar” e “Desligar”, bem como luzes de ambiente, abertura e fechamento de portão eletrônico, acionamento de ventilador e controle para gerenciar as funções de uma televisão. O acionamento foi realizado por *smartphone* ou comando de voz. A prototipagem foi realizada utilizando uma *protoboard*, LEDs (*Light Emissor Diode*) de diferentes cores e alguns jumpers conectados a GPIO para transmissão de sinais.

4 Resultados

Para realização deste trabalho foram desenvolvidas três aplicações:

- Controle de iluminação: Aplicação responsável pelo controle de iluminação
- Controle Remoto Tv Samsung: Aplicação responsável por comandar a TV Samsung.
- Controle Remoto LG: Aplicação responsável por comandar a TV LG.

4.1 Aplicações

As aplicações são realizadas por meio dos fluxos gerenciados dentro da aplicação do Node-Red, o qual por meio de uma biblioteca chamada “*node-red-dashboard*” permite que a automação realizada seja gerenciada por meio de um painel visual centralizado (Dashboard). As Figuras 18, 19, 20 e 21 , apresentam as 3 *dashboards* com as aplicações.

Figura 18 – Interface de autenticação da dashboard



Fonte: Autoria própria, 2021.

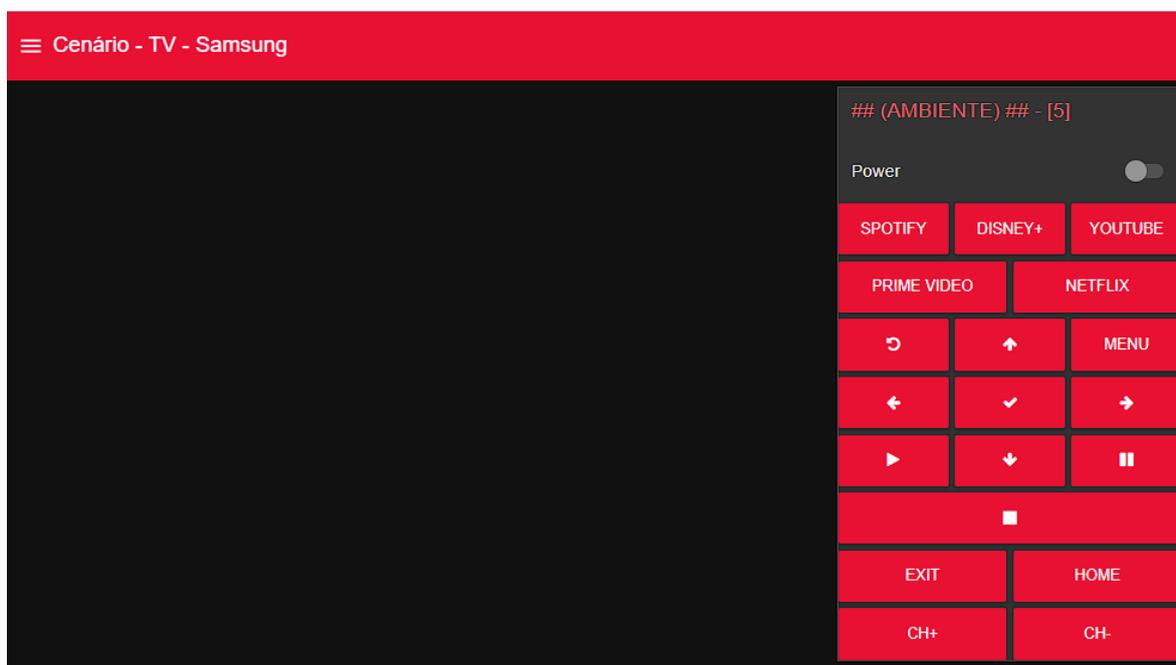
Figura 19 – Interface de Ambientes de Iluminação



Fonte: Autoria própria, 2021.

A Figura 20 apresenta o controle de iluminação por ambientes.

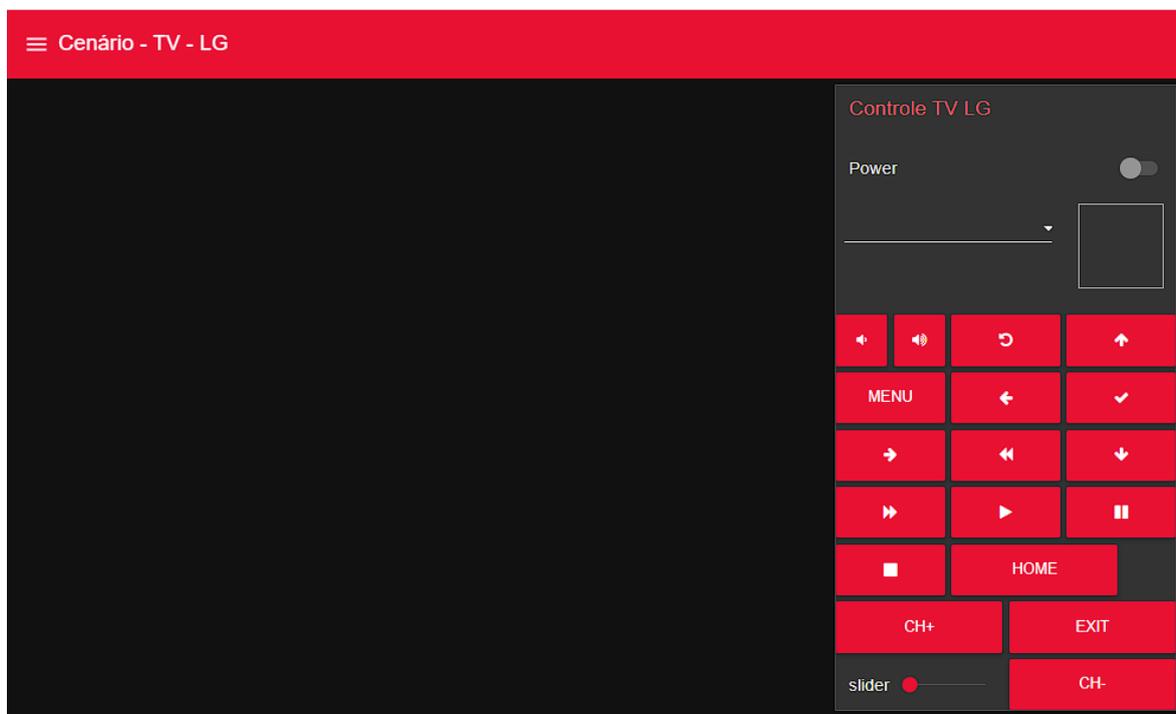
Figura 20 – Interface de Controle TV Samsung



Fonte: Autoria própria, 2021.

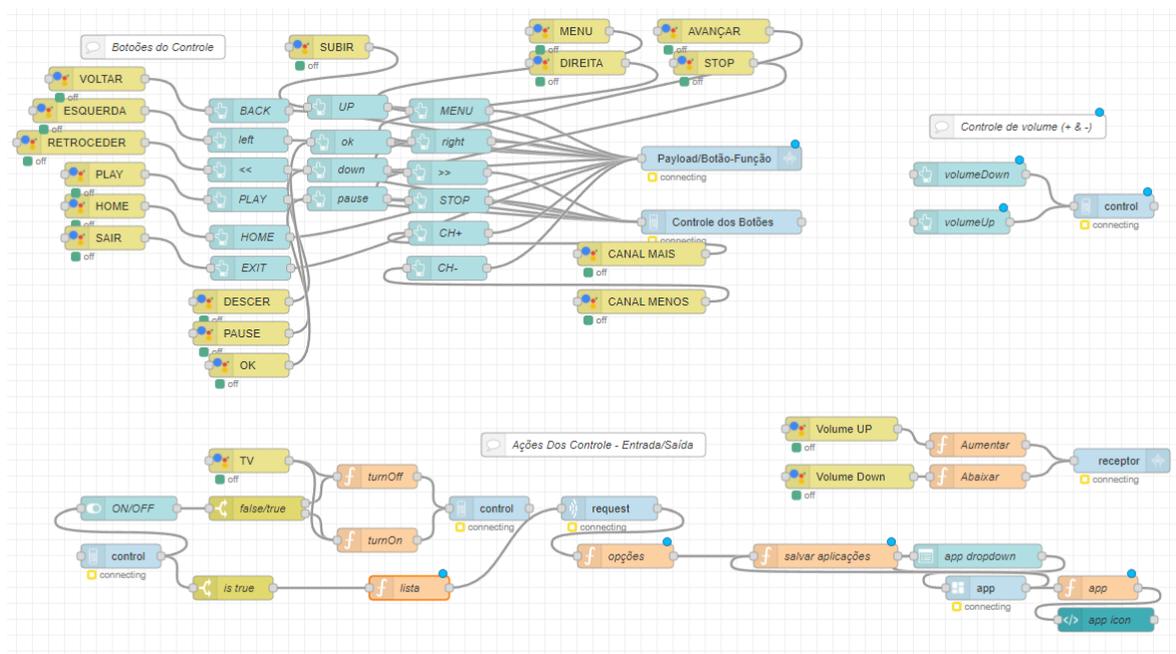
A Figura 21 apresenta o Controle de uma televisão da marca Samsung.

Figura 21 – Interface de Controle TV LG



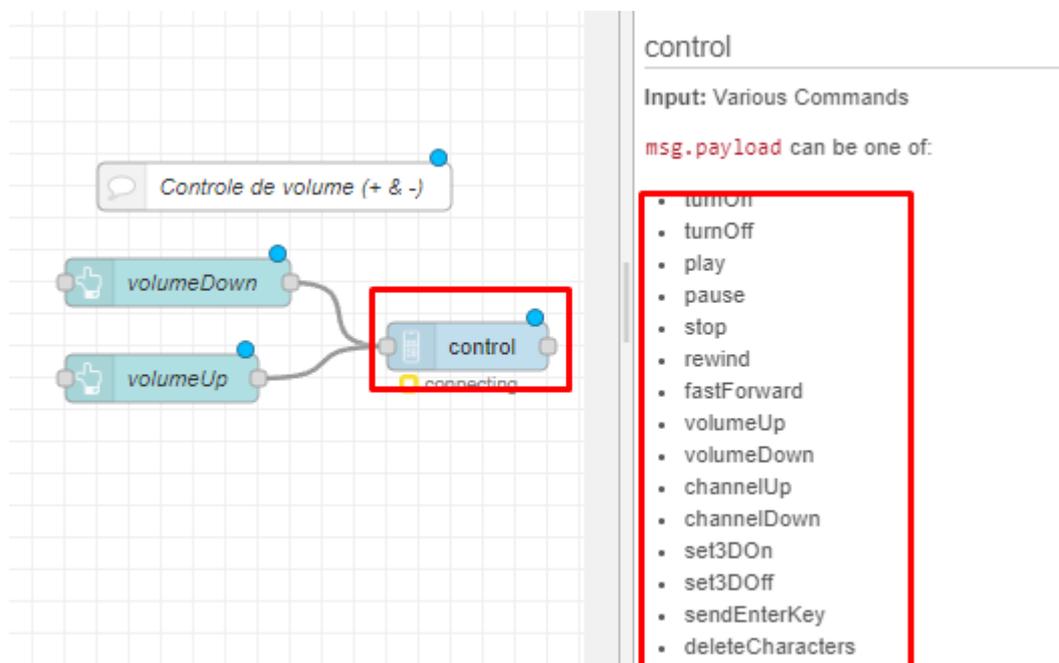
Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 22– Interface de Fluxos Controle Remoto



Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 23 – Interface de Fluxos Função Volume



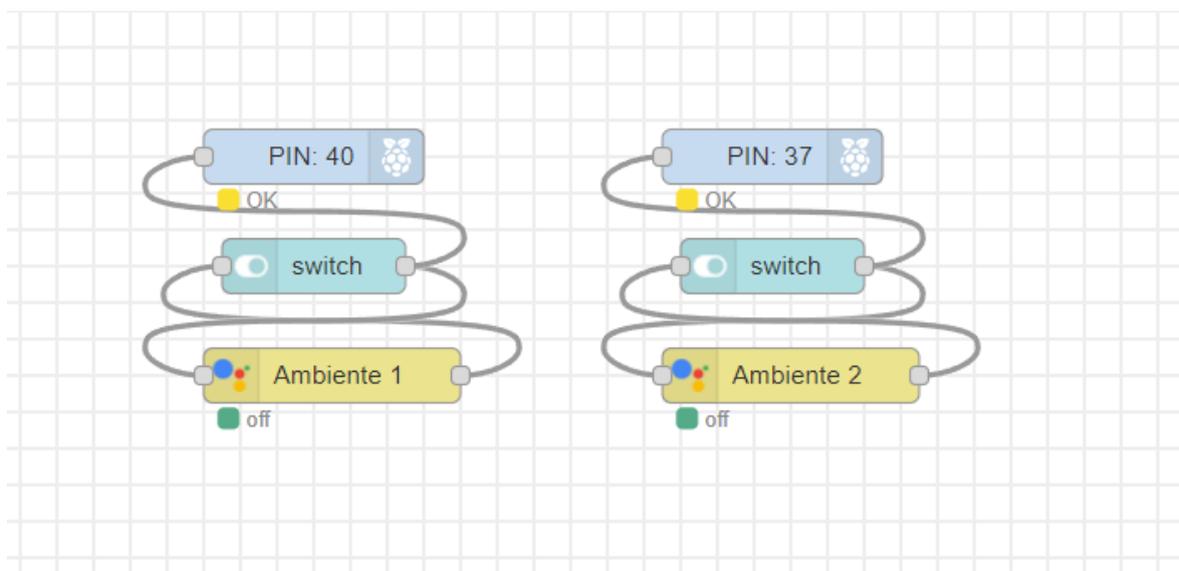
Fonte: Autoria própria, 2021.

As Figuras 20 e 21 apresentam o controle de uma televisão da marca Samsung e LG, respectivamente. Em ambas as TVs foram possíveis implementar botões de controle geral, como aumento e diminuição de volume, navegação entre canais, acesso ao menu da TV, entre outros. Além disso, na TV da marca Samsung, foi possível implementar botões de acesso direto (atalho) a aplicações de streaming, como Disney+ e Netflix.

4.2 PROTÓTIPO

Um protótipo foi construído com intuito simular o sistema de iluminação de uma residência. Através dele é possível demonstrar e verificar os comandos de ativação. Ele é composto pela placa do Raspberry Pi 3 Modelo B+, relé de 2 canais, 1 soquete com plafon, 1 lâmpada de led, 4 jumpers, 1 cabo de energia para alimentação da Raspberry, um cabo de energia para o *socket*, uma tomada de conexão, 1 *protoboard*, 1 tela LCD (Tela de Cristal Líquido), 1 *mouse* e 1 teclado. As Figuras 21 e 22 demonstram o protótipo construído.

Figura 24 – Fluxos de Iluminação (Node-Red)



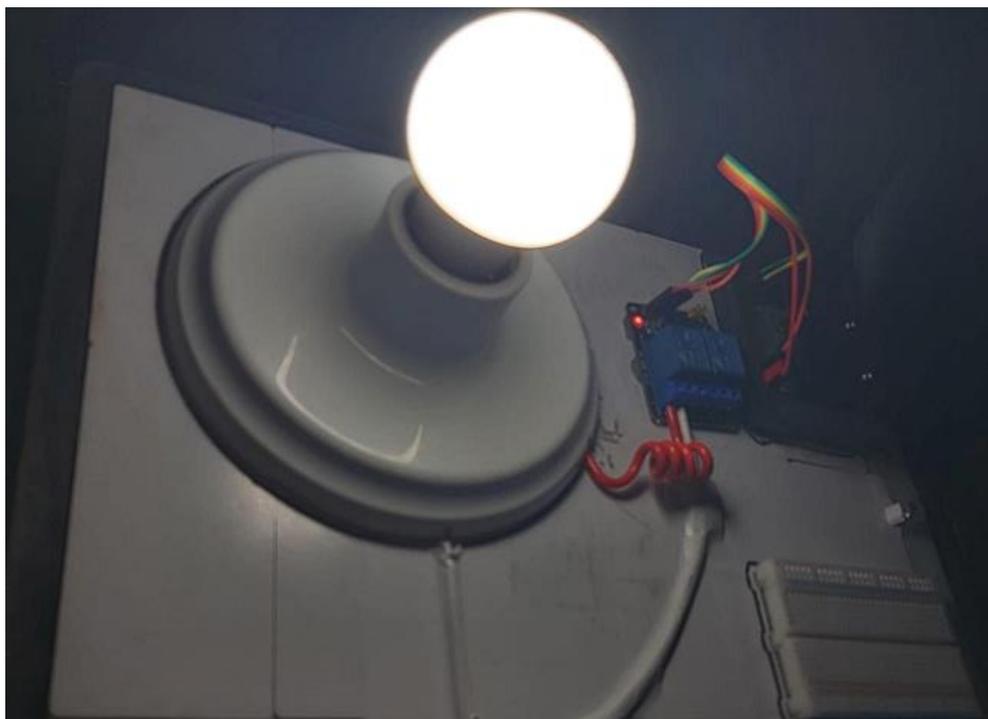
Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 25 – Protótipo de Iluminação OFF



Fonte: Autoria própria, 2021.

Figura 26 – Protótipo de Iluminação ON



Fonte: Autoria própria, 2021.

As Figuras 25 e 26 apresentam o protótipo em funcionamento. Na Figura 25 a lâmpada está desativada, enquanto na Figura 26 a mesma foi acionada após o comando de voz.

4.3 ORÇAMENTO DO PROJETO

Foi realizado um levantamento dos valores dos dispositivos utilizados para implementação do sistema de automação residencial em cinco ambientes de iluminação de uma residência (sala, cozinha, banheiro, quarto 1 e quarto 2). A Tabela 2 apresenta os valores gastos.

Tabela 2 – Orçamento do Projeto

EQUIPAMENTO	QTD	VALOR UNIT.	TOTAL (R\$)
Raspberry PI 3 Model B;	01	R\$ 341,00	341,00
Relé de 2 canais;	01	R\$ 16,06	16,06
kit de Jumpers M/F	01	R\$ 13,47	13,47
TOTAL	03	-----	370,53

Fonte: Autoria própria, 2021.

Conforme apresenta a Tabela 2, o custo de se implementar esse sistema é razoavelmente baixo tendo em vista que o mesmo utiliza grande parte dos materiais da residência sem que haja a necessidade de se adquirir equipamentos para automação como seus concorrentes. Dispositivos similares existentes no mercado, bem como a: Alexa, echo dot e google nest, que possuem valor aproximado de 350 reais, inicialmente necessitam de dispositivos inteligentes para automação, o que gera ao projeto mais custo.

Na tabela a seguir será efetuado o comparativo de custo com a simulação para se automatizar a iluminação de 5 ambientes (sala, cozinha, banheiro, quarto 1 e quarto 2) em uma residência com a utilização dos dispositivos concorrentes.

Tabela 3 – Comparativo de Orçamento

EQUIPAMENTO	QTD	VALOR UNIT.	TOTAL (R\$)
Alexa/ echo dot/ google nest	1	R\$ 350,00	350,00
Lâmpada inteligente	5	47,99	239,95
TOTAL	6	397,99	589,95

Fonte: Autoria própria, 2021

Desta forma, nota-se que para se automatizar apenas 5 ambientes de iluminação o custo aumenta significativamente, sendo que o projeto proposto reutiliza a maioria do sistema de iluminação encontrado na residência, bem como outros materiais.

6 CONCLUSÃO

Ao longo dos anos a tecnologia vem evoluindo de maneira exponencial. Sistemas e rotinas que vem sendo automatizados, aumentando a produtividade e o tempo disponível para outras atividades. Neste trabalho, foi retratado sobre a automação de ambientes residenciais e como ela pode contribuir para uma vida mais produtiva.

Automação de ambiente residencial é um processo onde ocorre o gerenciamento de dispositivos, tarefas e serviços com o auxílio de robôs e IA com o objetivo de reduzir o esforço humano e aumentar o desempenho. A automação em ambiente residencial pode ser utilizada em várias esferas: *homecare*, *homeheating*, lavanderia e limpeza etc.

Os benefícios incluem: praticidade e comodidade, uma vez que é possível efetuar todo o controle de sua residência pela palma mão ou pelo comando de voz, segurança de maneira que é possível efetuar acompanhar o que ocorre em sua residência remotamente e economia de energia, uma vez que é possível programar cenários de utilização de energia que se encontrem ociosos.

Neste projeto foram implementados os *softwares* com a linguagem JavaScript o qual é utilizado no Red-Node por meio de bibliotecas para controle de dispositivos. A automação residencial realizada neste trabalho não visa somente a economia, mas também uma alternativa para a acessibilidade.

Como trabalhos futuros sugere-se a o refinamento do projeto de modo que a aplicação controle mais dispositivos para utilização de todos os recursos da aplicação.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACCARDI, Adonis et al. **Automação residencial: Elementos básicos, arquiteturas, Setores, aplicações e Protocolos**. São Carlos, 2012.

ADILSON THOMSEN. **Flipflop**, 2018. maior portal maker do Brasil. Disponível em: <<https://www.filipeflop.com/blog/primeiros-passos-raspberry-pi-e-linux/>>. Acesso em: 30 de nov. de 2021.

ARRUDA, Amarildo et al. **Microprocessadores**. Cuiabá, [S.l.: s.n.].

BRETERNITZ, J. V. **Domótica: as casas inteligentes**. Disponível em 20/05/2006 no sítio <http://www.widebiz.com.br/gente/vivaldo/domotica.html>. 2001.

CASA DA ROBOTICA. **Casa da Robótica**, 2021. Loja virtual focada na venda de componentes eletrônicos. Disponível em: <<https://www.casadarobotica.com/placas-embarcadas/raspberry-pi/placas/placa-raspberry-pi-3-b-1-2ghz-1gb-de-ram-v1-2>>. Acesso em: 30 de nov e 2021.

COSTA, Alexandre, A. F. et al. **Automação residencial com Foco no consumo consciente de energia Elétrica**. CCEI – URCAMP, v.19, n34 2015.

CRUZ, Ariadne Arrais; LISBOA, Emerson Fausto. WebHome – **Automação residencial utilizando Raspberry PI**. *Revista Ciência e Tecnologia*, v. 17, n.31,dez.2014.ISSN2236-6733.Disponívelem: <http://www.revista.unisal.br/sj/index.php/123/article/view/365>

ELETROGATE. **Eletrogate**, 2021. loja virtual de componentes eletrônicos do Brasil. Disponível em: <<https://www.eletrogate.com/modulo-rele-2-canais-5v>>. Acesso em: 30 de nov. de 2021.

LINA. **lina**, 2021. Distribuição de materiais elétricos. Disponível em: <<https://www.lina.com.br/plafon-redondo-com-soquete-e27-branco>>. Acesso em: 30 de nov. de 2021.

MIGOTO ELETRO. **Migoto Eletro**, 2021. distribuição de materiais elétricos. Disponível em: <<https://www.migotoeletro.com.br/fios-e-cabos/>>. Acesso em: 30 de nov. de 2021.

MURATORI, J.R. **As tendências do mercado de Automação Residencial**. São Paulo, Congresso Habitar - Congresso de Automação Residencial e Tecnologias para Habitação. 2005.

MURATORI, José et al. **Automação Residencial: Histórico, definições e conceitos**. São Paulo, Disponível em 01/12/2005 <http://www.nahb.org>. 2005.

NODE RED FLOWS. **Flows**, 2021. Bibliotecas de Fluxos. Disponível em: <<https://flows.nodered.org/>>. Acesso em: 30 de nov. de 2021.

PENACHIM, Moacir Neto. **Automação Residencial**. Campinas, 2009 41f, Trabalho de Conclusão de Curso, Universidade São Francisco, Campinas, 2009.

RASPBERRY PI FOUNDATION. **raspberry pi**, 2018. Democratização de Tecnologia. Disponível em: <<https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-3-model-b-plus/>>. Acesso em: 30 de nov. de 2021.

SANTIL. **Santil**, 2021. Distribuição de materiais elétricos. Disponível em: <<https://www.santil.com.br/produto/lampada-led-alta-potencia-40w-bivolt-luz-branca-e40-ourolux/2881862>>. Acesso em: 30 de nov. de 2021.

SETTA. **Loja Setta**, 2021. Distribuidora de Materiais Elétricos. Disponível em: <<https://www.lojasetta.com/plug-macho-2pt-10a-cinza-90180/185016/produto/>>. Acesso em: 30 de nov. de 2021.

SGARBI, Júlio, S. **Domótica Inteligente: Automação Residencial Baseada em Comportamento**. Centro Universitário da Fei, São Bernardo do Campo, 2007.

TONIDANDEL, F; TAKIUCHI, M.; MELO, E. **Domótica Inteligente: Automação baseada em comportamento**. Congresso Brasileiro de Automática. 2004.

WANZELER, Tiago. Et al. **Desenvolvimento de um sistema de automação residencial de baixo custo aliado ao conceito de Internet das Coisas**. Santarém, PA. 2016.