

FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SÃO PAULO
EUSEBIO ALMEIDA MARTINS

SISTEMA DE SEGURANÇA RESIDENCIAL COM RASPBERRY PI

SÃO PAULO
2022

FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SÃO PAULO

EUSEBIO ALMEIDA MARTINS

SISTEMA DE SEGURANÇA RESIDENCIAL COM RASPBERRY PI

Trabalho submetido como exigência parcial
para a obtenção do Grau de Tecnólogo em
Análise e Desenvolvimento de Sistemas
Orientador: Prof. Milton Silva da Rocha

SÃO PAULO
2022

FACULDADE DE TECNOLOGIA DE SÃO PAULO

EUSEBIO ALMEIDA MARTINS

SISTEMA DE SEGURANÇA RESIDENCIAL COM RASPBERRY PI

Trabalho submetido como exigência parcial para a obtenção do Grau de
Tecnólogo em Análise e Desenvolvimento de Sistemas.

Parecer do Professor Orientador

Conceito/Nota Final: _____

Atesto o conteúdo contido na postagem do ambiente TEAMS pelo aluno e assinada por mim para avaliação do TCC.

Orientador: Prof. Milton Silva da Rocha

SÃO PAULO, ____ de _____ de 2022.

Assinatura do Orientador

Assinatura do aluno

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família, por acreditarem no meu potencial e me apoiarem ao longo de minha jornada acadêmica. Aos professores que com seus ensinamentos tornaram a minha formação acadêmica possível e especialmente ao meu orientador Milton Silva da Rocha pela paciência e apoio na elaboração deste trabalho.

RESUMO

A evolução tecnológica no ramo da automação residencial trouxe o conceito de ambientes inteligentes, oferecendo um maior conforto, acessibilidade e segurança para o cotidiano das pessoas. Pensando nisso, este trabalho tem como propósito o estudo e documentação da aplicação dos conceitos de domótica e internet das coisas para o desenvolvimento de um protótipo utilizando a plataforma Raspberry Pi, um sensor de presença e um módulo de câmera como um de sistema de monitoramento residencial simples de baixo custo capaz de identificar uma invasão na residência e notificar o usuário por e-mail.

Palavras-chave: Monitoramento Residencial, Raspberry Pi, Domótica

ABSTRACT

Technological developments in the field of home automation brought the concept of intelligent environments, offering greater comfort, accessibility and security for people's daily lives. With that in mind, this work aims to study and document the application of concepts of home automation and internet of things for the development of a prototype using the Raspberry Pi platform, a presence sensor and a camera module as a home monitoring system. simple low-cost device capable of identifying a home invasion and notifying the user via email.

Keywords: Residential Monitoring, Raspberry Pi, Domotic.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Benefícios da Domótica	12
Figura 2 - Funcionalidade do controlador.....	14
Figura 3 - Sensores.....	15
Figura 4 - Atuadores.....	16
Figura 5 - Raspberry Pi 3 model B	17
Figura 6 - Portas GPIO.....	18
Figura 7 – Sensor de Movimento PIR	19
Figura 8 - Módulo de câmera V2.....	20
Figura 9 - Raspberry Pi Imager	21
Figura 10 - Raspberry Pi Imager	22
Figura 11 - Seleção do Sistema Operacional.....	22
Figura 12 - Seleção do Dispositivo.....	23
Figura 13 - Confirmação do processo	24
Figura 14 - Tela inicial do Raspberry Pi OS	25
Figura 15 - Painel de configuração - '3. Interface options'.....	25
Figura 16 - Painel de configuração - 'P1 Camera'.....	26
Figura 17 - Painel de configuração - Confirmação	26
Figura 18 - Conexão do sensor PIR.....	27
Figura 19 - Visão geral do protótipo	28
Figura 20 - Visão frontal do protótipo	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Evolução dos sistemas aplicados em novas residências	13
Tabela 2 - Teste do sensor de presença PIR	30
Tabela 3 - Teste de funcionalidade do protótipo	32

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Contexto	9
1.2	Motivação	10
1.3	Objetivo	10
1.4	Organização	11
2	TEORIA E CONCEITOS	11
2.1	Domótica	11
2.2	Breve história da Domótica	12
2.3	Aplicações da Domótica	13
2.3.1	Controlador	14
2.3.2	Sensor	14
2.3.3	Atuador	15
2.3.4	Interface	16
2.4	Linguagem de programação Python 3	16
2.5	Plataforma Raspberry Pi	17
2.6	Sensor de presença e movimento PIR	18
2.7	Módulo Câmera Raspberry Pi v2	19
3	DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS	20
3.1	Configurações do Raspberry Pi	20
3.2	Configuração do Módulo de Câmera	25
3.3	Configuração do Sensor de Presença	26
3.4	Software	27
3.5	Testes e resultados	28
3.5.1	Testes do módulo da câmera	28
3.5.2	Testes do sensor de presença PIR	30

3.5.3	Testes de envio de e-mail.....	30
3.5.4	Teste de funcionamento do protótipo.....	31
4	CONCLUSÃO.....	33
	REFERÊNCIAS.....	34
	APÊNDICE A – CÓDIGO FONTE DO PROJETO.....	36
	APÊNDICE B – SCRIPT DE TESTE DO SENSOR DE PRESENÇA PIR	38

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contexto

O número de roubos a residências aumentou no primeiro trimestre de 2021, de acordo com o Registro Digital de Ocorrências (RDO) publicado no site da Secretaria da Segurança Pública.

Segundo dados no sistema online da Secretaria da Segurança Pública (SSP) do Estado de São Paulo mostra que nos três primeiros meses de 2021 o percentual dos casos de ocorrência de roubo a residência ficou em 2,1%, 1,9% e 2,0% respectivamente. No mesmo período de 2020 o percentual foi de 1,9%, 1,6% e 1,7%.

Com os altos índices de criminalidade a busca por alternativas de segurança residencial como alarmes e câmeras de vigilância é grande, porém nem sempre esses recursos estão acessíveis para uma grande parte da população.

O conceito de Internet das Coisas (do inglês IoT - Internet of Things) não é algo novo e está cada vez mais presente no nosso dia a dia mudando o modo como interagimos com o mundo, conectando não apenas as pessoas, mas objetos do dia a dia como geladeiras, aspiradores, lâmpadas e até roupas que podem interagir entre si enviando e recebendo dados através da internet por meio de sensores (MAGRANI, 2018).

Segundo a ABINC (Associação Brasileira de Internet das Coisas), todas as áreas de negócios já possuem casos de uso de IOT com destaque para o Varejo, Saúde, Transporte e Logística, Energia, Manufatura (com a chamada Indústria 4.0), Agronegócio, Seguros e Cidades Inteligentes.

A integração entre a internet das coisas e a automação abriu toda uma gama de estudos e conceitos para descobrir e implementar melhorias e avanços nas residências. Na busca por maior conforto, bem-estar e praticidade para os ambientes residenciais, por meio do avanço da tecnologia, surgiu o termo domótica, ramo da automação que visa a melhoria dos ambientes domésticos (RAMOS;

SANTOS, 2015). Essas residências que se beneficiam dessas infraestruturas inteligentes são conhecidas como *Smart Homes*.

Pensando nisso, a proposta do desenvolvimento de um sistema de segurança utilizando um Raspberry Pi, um computador do tamanho de um cartão de crédito, que possui um custo não muito elevado (cerca de 35 dólares), como uma plataforma para controlar alguns sensores se apresenta uma alternativa acessível e eficaz para um sistema de segurança residencial.

1.2 Motivação

O número elevado de crimes contra o patrimônio e a dificuldade de recuperação dos bens perdidos devido à demora na efetivação de procedimento de ocorrência policial, causam um grande transtorno e uma sensação de insegurança aos moradores de áreas afetadas por este tipo de crime.

Tendo isso em vista, a proposta de estudar e desenvolver um sistema de monitoramento residencial deverá minimizar a sensação de insegurança proporcionada pelo aumento da criminalidade, reduzindo o tempo de ciência do morador sobre a invasão de seu patrimônio.

A escolha do tema se dá por se tratar de um assunto relevante e atual em nossa sociedade, também por interesse pessoal do pesquisador em estudar novas tecnologias.

1.3 Objetivo

Este trabalho se propõe a realizar um estudo sobre a domótica e a sua aplicação no desenvolvimento de um protótipo de monitoramento residencial de baixo custo utilizando a placa raspberry pi para controlar um sensor de presença PIR e um módulo de câmera, e desenvolver o código em linguagem Python promovendo a comunicação entre o protótipo e o usuário via e-mail.

1.4 Organização

O restante deste trabalho será estruturado da seguinte maneira:

No capítulo 2 é apresentado um estudo sobre domótica e algumas aplicações e uma descrição sobre o raspberry pi e os periféricos utilizados no protótipo.

O capítulo 3 traz a aplicação dos conceitos estudados no modelo proposto, e os resultados obtidos com ele.

O capítulo 4 apresenta as conclusões finais e as possíveis sugestões para trabalhos futuros.

2 TEORIA E CONCEITOS

2.1 Domótica

De acordo com Bolzani (2004) o termo domótica surgiu da fusão da palavra latina “Domus”, que significa casa, com a palavra “Robótica”. Tem como objetivo fundamental satisfazer as necessidades de comunicação, segurança e comodidade diária das pessoas.

O conceito de automação residencial pode ser definido como a integração de tecnologias, serviços e equipamentos que permitem o gerenciamento local ou remoto por meio de redes internas e externas de comunicação que fornecem uma ampla gama de aplicações nas áreas de segurança, conforto, comunicação e gerenciamento de energia (MURATORI; DAL BÓ, 2014), conforme representado na Figura 1.

Figura 1 - Benefícios da Domótica



Fonte: Ciec (2011)

2.2 Breve história da Domótica

Na década de 70 nos EUA foi desenvolvido o protocolo X-10 que foi considerado um marco importante na história da automação. O protocolo X-10 é um sistema de fácil implementação, utilizando uma linguagem que permite que produtos compatíveis se comuniquem através da fiação elétrica existente, sem a necessidade de novos e caros cabeamentos. Este sistema é recomendado para aplicações autônomas, não é integrado e uma de suas limitações é controlar apenas funções simples como ligar/desligar (MURATORI; DAL BÓ, 2014).

Com a evolução dos computadores pessoais (PCs) na década de 80, surgiram no mercado novas possibilidades de automação, interfaces mais amigáveis e operação extremamente fácil, mas foi somente no final da década de 90 e início dos anos 2000 com o avanço tecnológico e surgimento da internet banda larga e dos primeiros smartphones que a ideia de casas inteligentes ganhou força e se tornou cada vez mais comum atualmente.

A Tabela 1 apresenta a evolução na adoção de algumas das tecnologias mais consolidadas para casas inteligentes.

Tabela 1 - Evolução dos sistemas aplicados em novas residências

Tecnologia	2003	2004	2005	2006	2015
Cabeamento Estruturado	42%	61%	49%	53%	80%
Monitoramento de Segurança	18%	28%	29%	32%	81%
Multiroom e Áudio	9%	12%	15%	16%	86%
Home Theater	9%	8%	11%	12%	86%
Controle de Iluminação	1%	2%	6%	8%	75%
Automação Integrada	0	2%	6%	6%	75%
Gerenciamento de Energia	1%	5%	11%	11%	62%

Fonte: Adaptado de (MURATORI; DAL BÓ, 2014).

No Brasil se observa um crescimento na adoção de novas tecnologias no ramo da domótica. Segundo a pesquisa realizada em 2020 pelo site Statistica estimava-se que em 2016, o Brasil possuía em torno de trezentas mil residências consideradas inteligentes. De acordo com a Associação Brasileira de Automação Residencial e Predial (Aureside, 2021), o uso de dispositivos de IoT para casas inteligentes deve crescer 20% até o ano de 2023.

2.3 Aplicações da Domótica

Entende-se por Domótica o uso de equipamentos específicos para controlar eletrodomésticos, lâmpadas, ar condicionado, aquecedores, automatizadores para abertura de portas e portões e até mesmo identificar a localização das pessoas dentro da residência. As soluções de automação residencial utilizam dispositivos controlados que se comunicam por meio de inteligência, trocam informações e tomam decisões guiadas e parametrizadas pelo usuário para garantir seu conforto, segurança e acessibilidade.(MEYER, 2008).

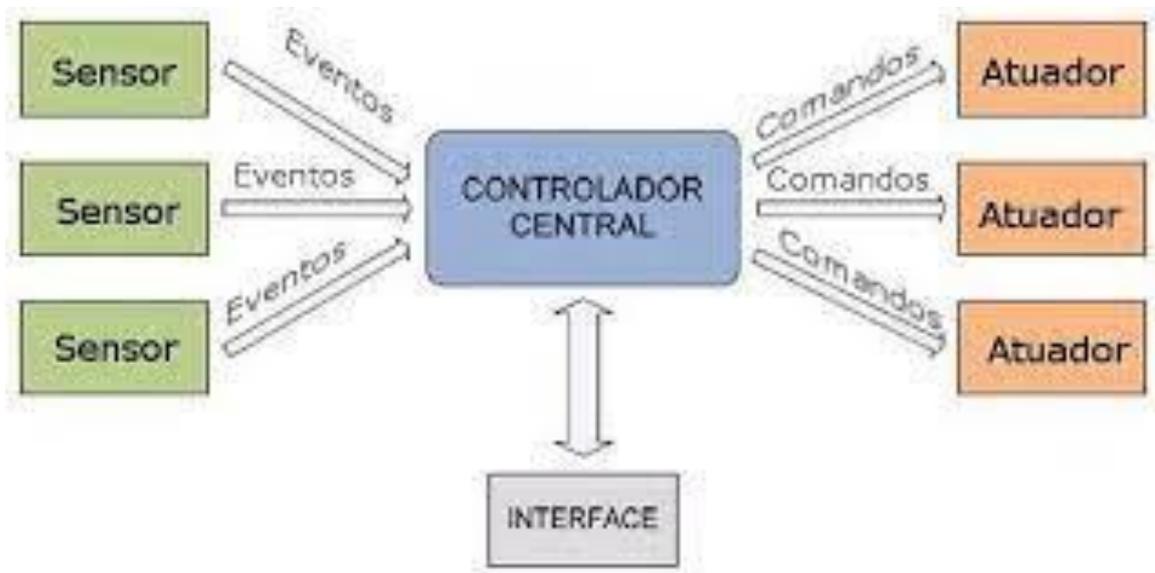
Existem muitos dispositivos diferentes em um sistema de automação residencial, desde o controle central para sistemas centralizados até o controle simples de uma lâmpada automática. Todos estes dispositivos domóticos podem ser utilizados e combinados de várias formas, dependendo das necessidades dos utilizadores e da funcionalidade do sistema domótico. Esses diferentes dispositivos do sistema de automação residencial podem ser classificados de acordo com os seguintes grupos: Controlador, Sensor, Atuador e Interface.

2.3.1 Controlador

Os controladores gerenciam os dispositivos automatizados (sensores e atuadores). Ele monitora as informações dos sensores e é capaz de enviar comandos ao atuador para ativar ou desativar alguns dispositivos. Geralmente, podem ter interfaces independentes na forma de controle remoto ou podem ser centrais de automação sofisticadas.

A Figura 2 demonstra a funcionalidade do controlador.

Figura 2 - Funcionalidade do controlador.



Fonte: Castillo (2009)

2.3.2 Sensor

Os sensores são equipamentos que detectam estímulos, medem e monitoram grandezas físicas e eventos (temperatura, umidades etc.), e convertem estes estímulos em sinais elétricos e enviam para o controlador, para que este possa interpretar o ambiente e seja capaz de identificar nível de luminosidade, nível de temperatura, existência de objetos em movimento no ambiente, se as janelas, portões ou portas encontram-se abertas ou fechadas e mande um sinal para os

atuadores executarem alguma ação de acordo com o que foi programado. Esses sensores fazem tais interpretações e enviam comandos de entrada para o sistema.

Cada tipo de sensor é adequado para um determinado tipo de percepção e quanto maior a quantidade de sensores instalados, melhores serão os resultados obtidos (Castillo, 2009).

A Figura 3 apresenta exemplos de alguns sensores.

Figura 3 - Sensores



Fonte: Castillo (2009)

2.3.3 Atuador

Os atuadores são dispositivos capazes de receber comandos do controlador e traduzir esses comandos em ações físicas no ambiente tais como ligar, desligar, subir, descer, abrir, fechar etc. (Castillo, 2009).

Os atuadores são distribuídos nos ambientes onde se deseja implantar os equipamentos que serão controlados, que receberão os comandos da controladora, a fim de executar as ações desejadas pelos usuários que possuem o controle de todos os atuadores através das interfaces e podem administrar a residência de uma forma dinâmica.

A Figura 4 apresenta exemplos de alguns atuadores.

Figura 4 - Atuadores



Fonte: Castillo (2009)

2.3.4 Interface

As interfaces referem-se a dispositivos como displays, tablets, smartphones, smart TVs e formatos como sistemas binário e áudio, nos quais as informações do sistema domótico podem ser exibidas aos usuários, que poderão interagir e controlar todo o sistema a partir dessas interfaces (Castillo, 2009).

2.4 Linguagem de programação Python 3

Desenvolvida pelo holandês Guido Van Rossum no final da década de 1980, Python É uma linguagem de programação de alto nível orientada a objetos, ou seja, os dados podem possuir atributos e métodos, que também podem ser chamados de procedures. Isso facilita muito a organização e a realização de alterações em grandes projetos, sem causar grande impacto na estrutura geral do código. É uma linguagem orientada a objetos, ou seja, os dados podem possuir atributos e métodos, que também podem ser chamados de procedures. Isso facilita muito a organização e a realização de alterações em grandes projetos, sem causar grande impacto na estrutura geral do código.

A linguagem Python foi utilizada nesse projeto pela facilidade de integração com a plataforma Raspberry Pi e pela sua facilidade de codificação devido a sua estrutura orientada a objeto, e por ser uma linguagem com variáveis dinâmicas, ou seja, uma mesma variável pode receber diversos tipos de valores. Exemplo disso é

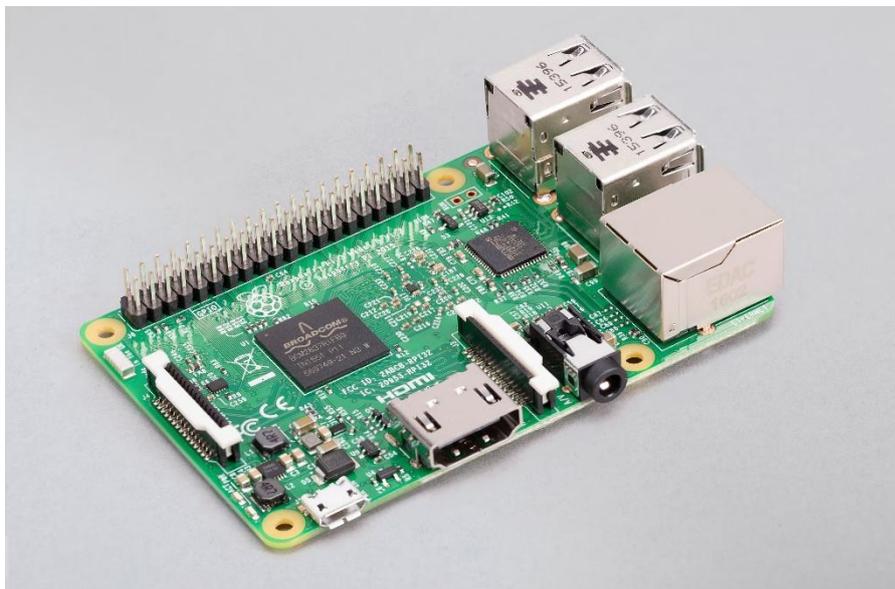
que uma variável pode ser um texto e numa linha seguinte pode ser um inteiro (PYTHON SOFTWARE FOUNDATION, 2022).

2.5 Plataforma Raspberry Pi

O Raspberry Pi é um micro-computador com seus componentes integrados em uma placa lógica do tamanho de um cartão de crédito desenvolvido no Reino Unido pela Raspberry Pi Foundation, uma organização sem fins lucrativos, com o propósito de oferecer uma alternativa de baixo custo e com bom desempenho para que pessoas das mais diversas idades e áreas de trabalho possam aprender sobre computação e programação (RASPBERRY PI FOUNDATION, 2021).

O micro-computador possui diversos modelos sendo o mais recente lançado o Raspberry Pi 4 model B. O modelo utilizado no projeto será o Raspberry Pi 3 model B representado na Figura 5. Este modelo possui processador Broadcom BCM2837 quad-core de 1,2 GHz, memória RAM de 1 GB, quatro entradas USB, conexão Wi-Fi dual band (2,4 GHz e 5 GHz), alimentação de 5V e 2,5A, porta Ethernet 10/ 1000MB com interface RJ-45,, Bluetooth 4.2, porta HDMI, conector de câmera CSI (Câmera Serial Interface), conector de display DSI (Display Serial Interface), saída de áudio P2, interface de cartão MicroSD e conector GPIO (General Purpose Input/Output) de 40 pinos.

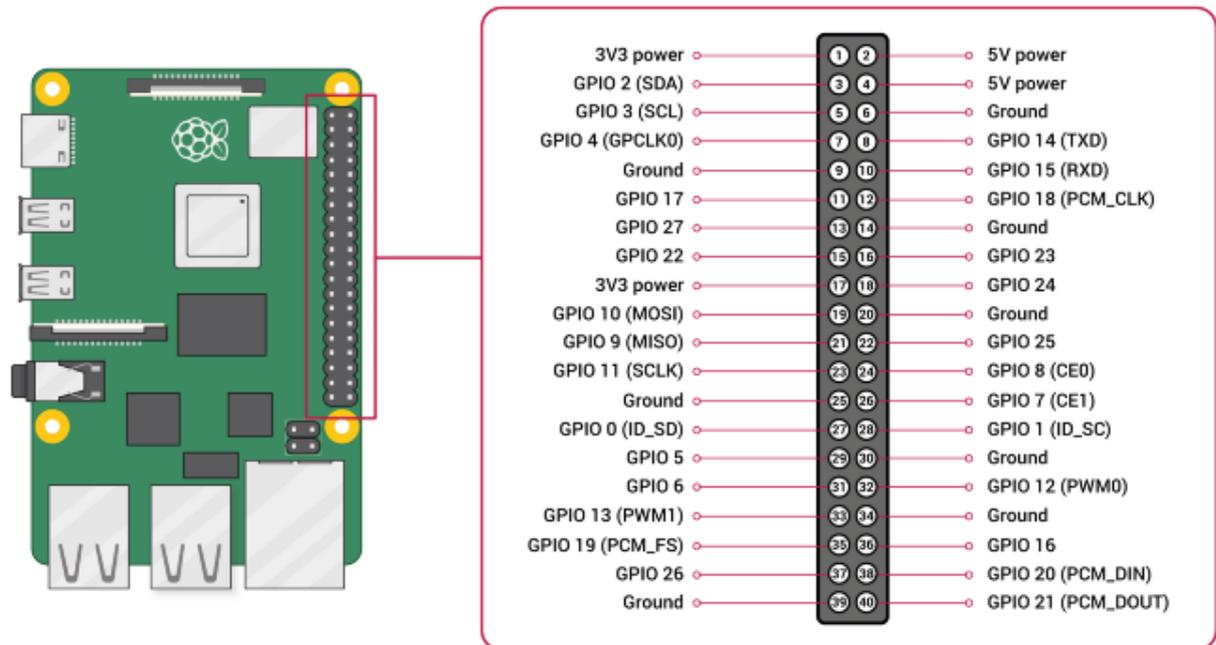
Figura 5 - Raspberry Pi 3 model B



Fonte: Disponível em: <<https://www.raspberrypi.com/products/raspberry-pi-3-model-b/>>

Uma das características importantes dos pinos GPIO (Figura 6), é que são basicamente portas programáveis de entrada e saída que podem ser usados nas comunicações entre sensores e atuadores.

Figura 6 - Portas GPIO



Fonte: Disponível em: <<https://learn.microsoft.com/pt-br/dotnet/iot/tutorials/gpio-input>>

A plataforma foi projetada para ser compatível com diversas distribuições de sistemas operacionais (SO). O SO utilizado no projeto foi o Raspberry Pi OS, antes chamado de Raspbian, um sistema Linux baseado no Debian. O Raspberry Pi OS foi escolhido por ser o sistema oficial recomendado pela Raspberry Pi Foundation que fornece suporte ao sistema.

2.6 Sensor de presença e movimento PIR

O Sensor de Movimento PIR (Passive Infrared) (Figura 7), é um dispositivo infravermelho passivo que mede a luz infravermelha irradiada pelos objetos em seu campo de visão, capaz de detectar o movimento de objetos que estejam em uma área de até 7 metros! Caso algo ou alguém se movimentar nesta área fará com que o estado do pino saída para alto (HIGH) (ROBOCORE, 2021).

Figura 7 – Sensor de Movimento PIR



Fonte: Disponível em <<https://www.casadarobotica.com/sensores-e-modulos/sensores/movimento-e-proximidade/sensor-de-presenca-de-movimento-modulo-hc-sr501>>

Este sensor possui duas faixas de infravermelho e é acionado quando há variação na detecção de infravermelho dessas faixas. Utiliza uma lente Fresnel, cujo objetivo é ampliar o campo de detecção do sensor.

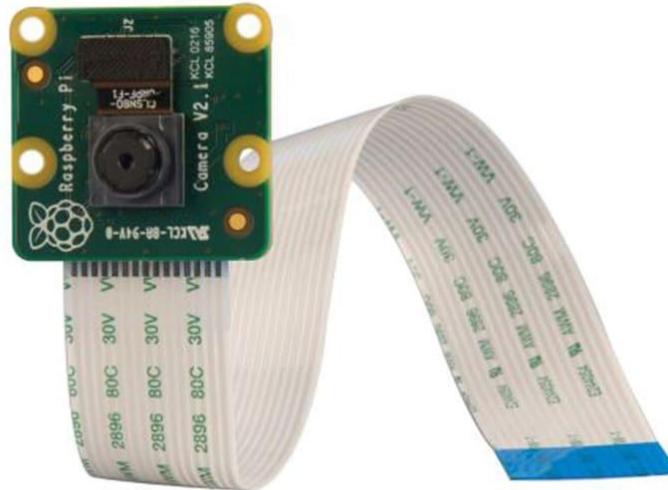
O sensor possui dois potenciômetros na parte de trás. Um deles é usado para determinar quanto tempo o pino de saída vai ficar ligado quando o sensor identificar algum movimento. Este tempo pode variar de 5 segundos a 2,5 minutos. O outro potenciômetro serve para ajustar a distância máxima de leitura, a qual pode variar nominalmente de 3 metros a 7 metros. Seu ângulo de abertura é de aproximadamente 120°.

2.7 Módulo Câmera Raspberry Pi v2

A Câmera Raspberry Pi (Figura 8) foi projetada como um add-on para o Raspberry Pi com uma lente de foco fixo. Ela fornece uma resolução de 3280 x 2464 pixels para imagens estáticas, e sendo capaz de gravar vídeos em 1080p30(1920 x

1080 a 30 quadros por segundo), 720p60 (1280 x 720 pixels a 60 quadros por segundo) e VGA90 (640 x 480 pixels a 90 quadros por segundo).

Figura 8 - Módulo de câmera V2



Fonte: Disponível em <<https://mauser.pt/images/870ed52c9ea2822008f79890b0fcacca.jpg>>

Possui facilidade em conectar à Raspberry Pi por meio da interface CSI dedicada projetada especialmente para a interface de câmeras (RASPBERRY FOUNDATION, 2021).

A Câmera Raspberry Pi v2 é compatível com a última versão do Raspberry Pi OS. A Câmera Raspberry Pi funciona com todos os modelos de Raspberry Pi. Pode ser acessado através das APIs MMAL e V4L, e existem inúmeras bibliotecas de terceiros criadas.

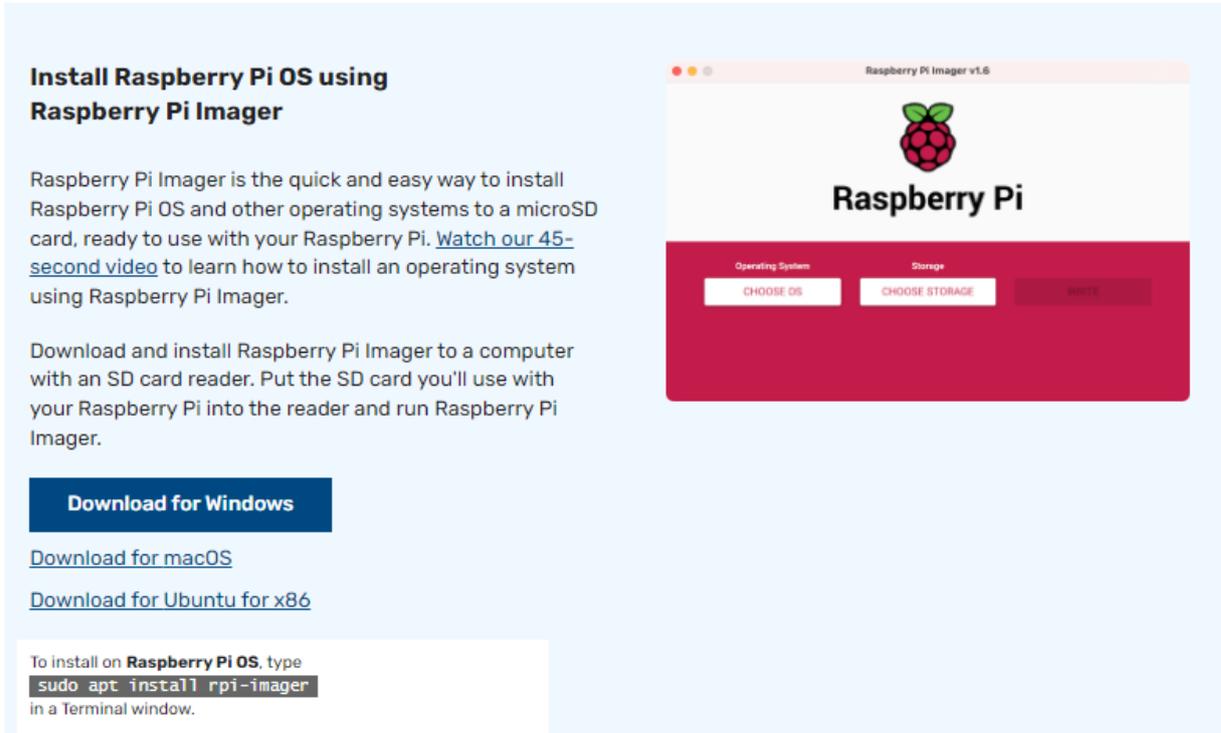
3 DESENVOLVIMENTO E RESULTADOS

3.1 Configurações do Raspberry Pi

Para que o Raspberry Pi possa exercer a função de controlador do projeto inicialmente é necessário realizar a instalação do sistema operacional disponibilizado no site do Raspberry Pi Foundation. Após realizar o download do

instalador Raspberry Pi Imager (Figura X) que possui versões para Windows, Linux e Mac, é preciso instalar a imagem do sistema operacional no cartão SD (recomenda-se um cartão SD de no mínimo 8GB).

Figura 9 - Raspberry Pi Imager



The image shows a webpage on the left and a screenshot of the Raspberry Pi Imager application on the right. The webpage has a light blue background and contains the following text:

Install Raspberry Pi OS using Raspberry Pi Imager

Raspberry Pi Imager is the quick and easy way to install Raspberry Pi OS and other operating systems to a microSD card, ready to use with your Raspberry Pi. [Watch our 45-second video](#) to learn how to install an operating system using Raspberry Pi Imager.

Download and install Raspberry Pi Imager to a computer with an SD card reader. Put the SD card you'll use with your Raspberry Pi into the reader and run Raspberry Pi Imager.

[Download for Windows](#)

[Download for macOS](#)

[Download for Ubuntu for x86](#)

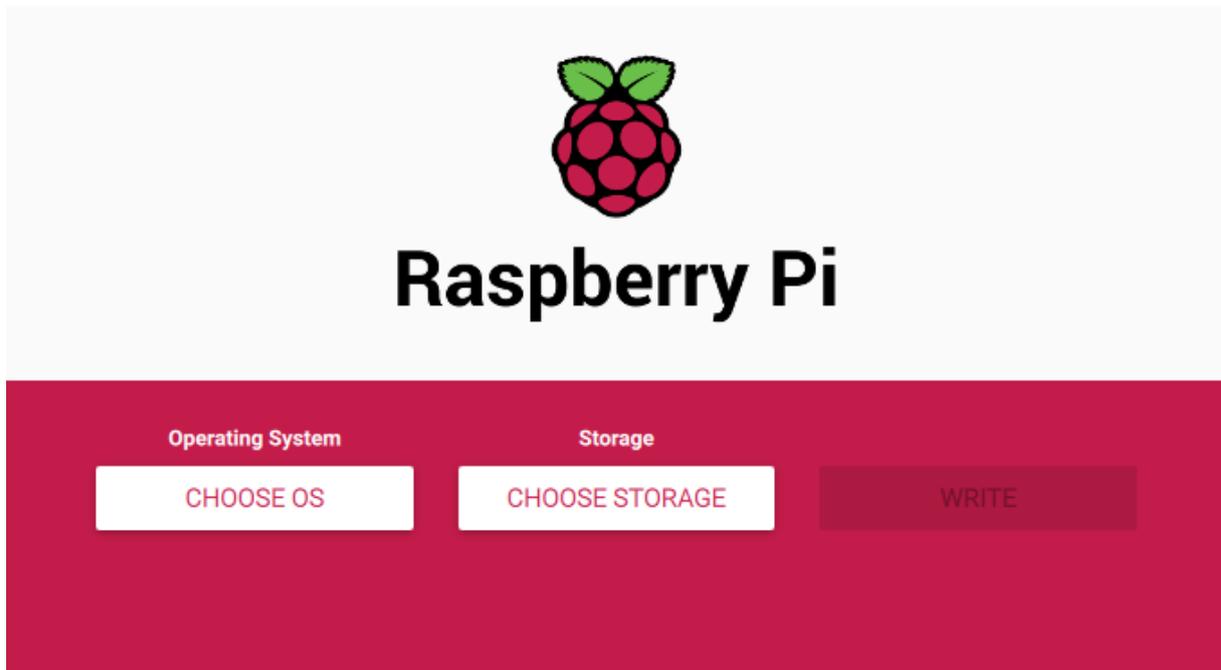
To install on **Raspberry Pi OS**, type `sudo apt install rpi-imager` in a Terminal window.

The application screenshot on the right shows a window titled "Raspberry Pi Imager v1.6" with the Raspberry Pi logo and the text "Raspberry Pi". Below the logo, there are three buttons: "CHOOSE OS" under the heading "Operating System", "CHOOSE STORAGE" under the heading "Storage", and a "WRITE" button.

Fonte: Elaborado pelo autor

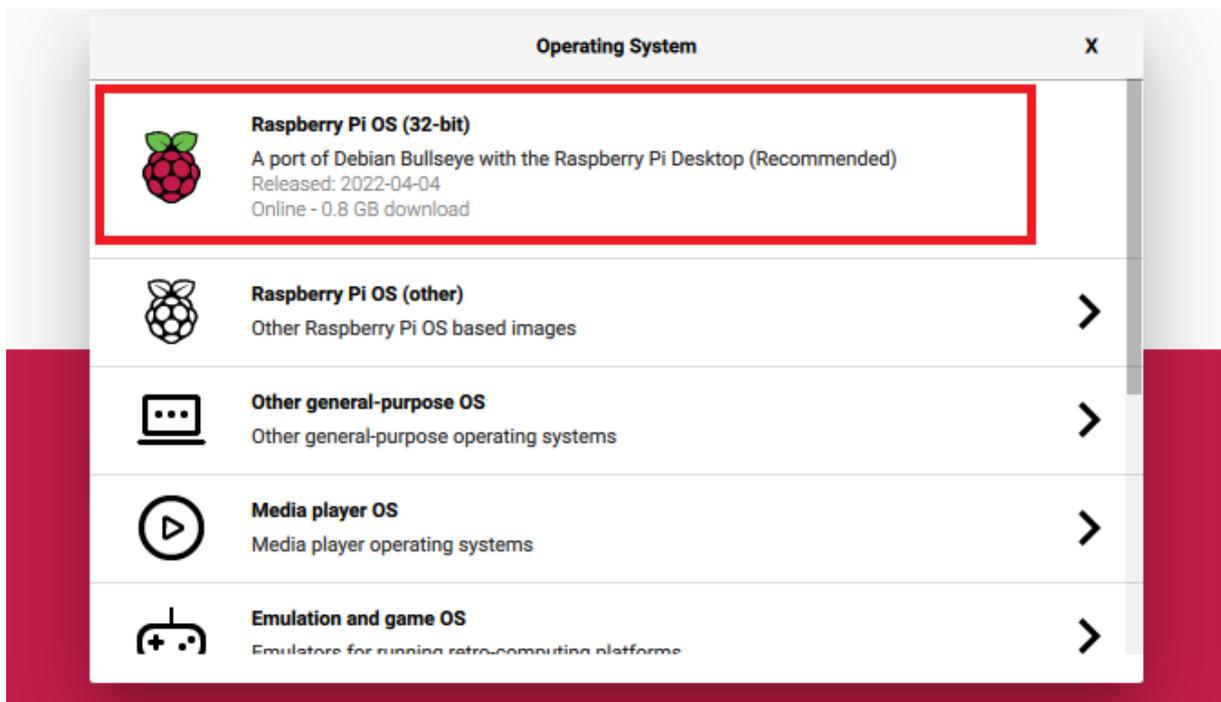
Após instalar e executar o Raspberry Pi Imager é preciso clicar em 'CHOOSE OS' (Figura 10) para selecionar qual sistema operacional deseja instalar, o Raspberry Pi OS será a primeira opção (Figura 11):

Figura 10 – Tela inicial do Raspberry Pi Imager



Fonte: Elaborado pelo autor

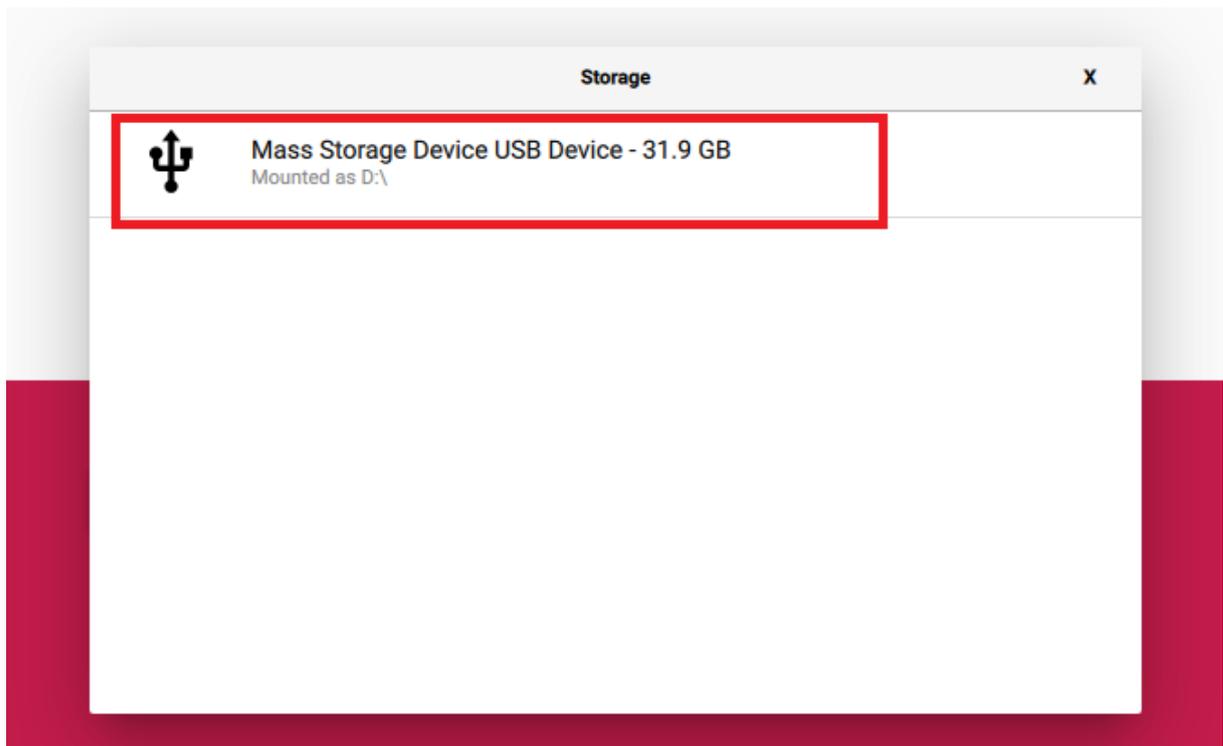
Figura 11 - Seleção do Sistema Operacional



Fonte: Elaborado pelo autor

Agora é preciso clicar em “Chosse Storage” para escolher onde o SO será instalado, irá aparecer um lista de dispositivos (HD Externo e cartões de memórias), onde deve constar o cartão SD conectado ao computador bastando selecioná-lo (Figura X):

Figura 12 - Seleção do Dispositivo



Fonte: Elaborado pelo autor

Após selecionar o dispositivo onde será feita a instalação, o sistema vai te informar que quaisquer dados existentes no cartão de memória serão apagados, então se tiver certeza que escolheu o local correto para a instalação, clique em “yes”:

Figura 13 - Confirmação do processo



Fonte: Elaborado pelo autor

Ao fim do procedimento será exibido um aviso informando que o processo foi finalizado com sucesso. Agora basta inserir o cartão de memória com o Raspberry Pi OS instalado no slot SD do Raspberry, conectar a placa em um monitor HDMI e conectar um teclado e mouse USB para utilizar o sistema operacional.

A Figura 14 apresenta a tela inicial do Raspberry Pi OS.

Figura 14 - Tela inicial do Raspberry Pi OS

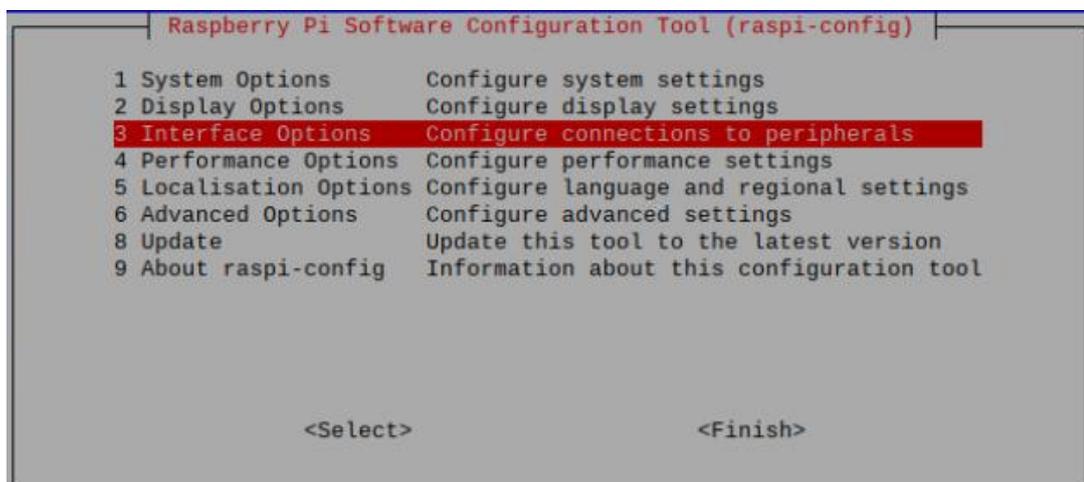


Fonte: Elaborado pelo autor

3.2 Configuração do Módulo de Câmera

Para configurar do Módulo de Câmera é necessário inicializar o sistema e acessar o terminal de configuração. No terminal entrar com o comando <sudo raspi-config> e navegar até a opção '3.Interface Options' (Figura 15).

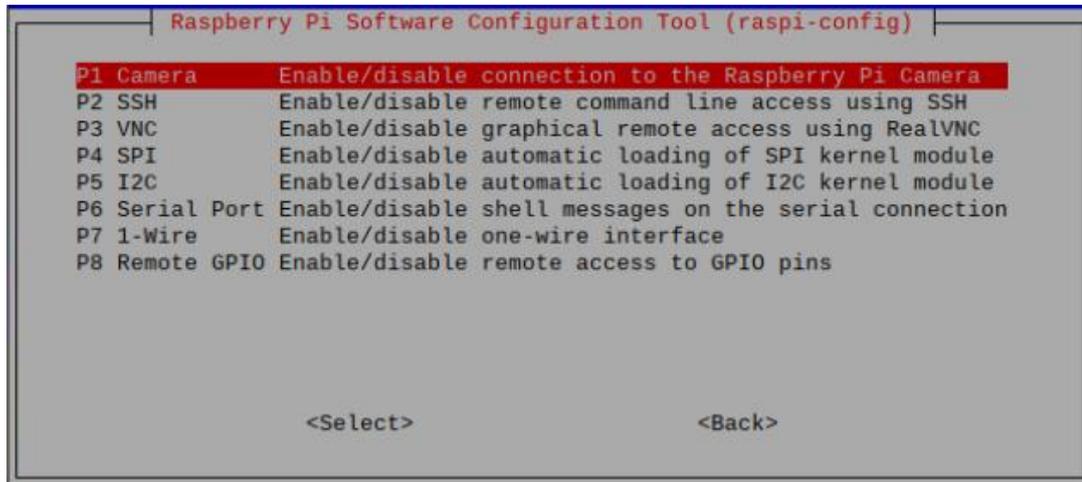
Figura 15 - Painel de configuração - '3. Interface options'



Fonte: Elaborado pelo autor

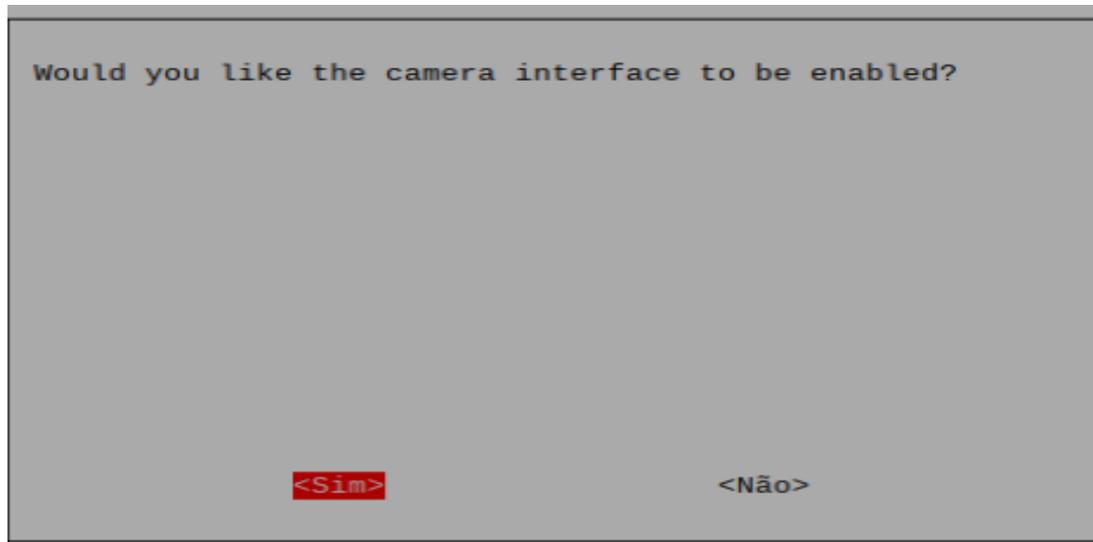
Nesse menu deve-se selecionar a opção 'P1 Camera', Figura 16, e pressionar <ENTER>. A seguir, selecionar a opção 'SIM', Figura 17, e pressionar <ENTER> para habilitar o módulo de câmera. Após isso é preciso reiniciar o Raspberry PI.

Figura 16 - Painel de configuração - 'P1 Camera'



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 17 - Painel de configuração - Confirmação



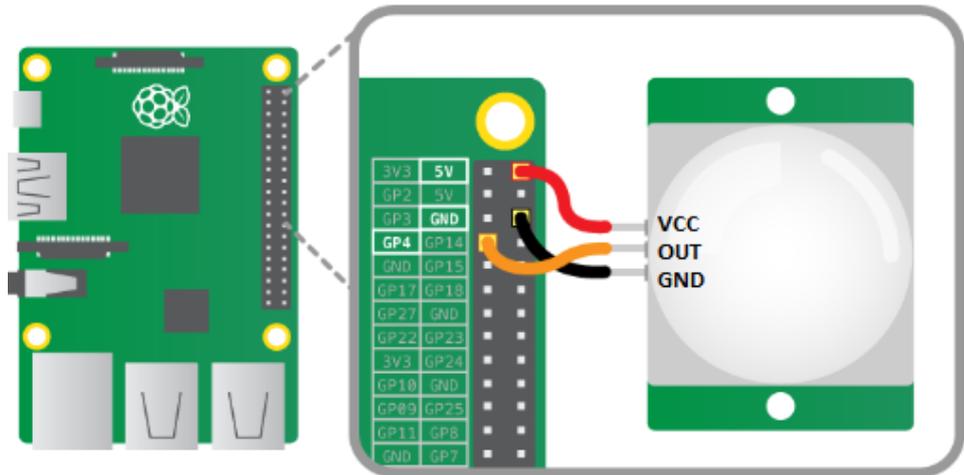
Fonte: Elaborado pelo autor

3.3 Configuração do Sensor de Presença

O sensor de presença PIR possui 3 pinos conectores que serão conectados aos pinos GPIO do Raspberry. O VCC será conectado ao pino 2 (5V), o OUT será

conectado ao pino 7 (GP4, esse pino receberá o sinal enviado pelo sensor de presença para acionar a câmera) e o GND será conectado ao pino 6 conforme demonstrado na Figura 18.

Figura 18 - Conexão do sensor PIR



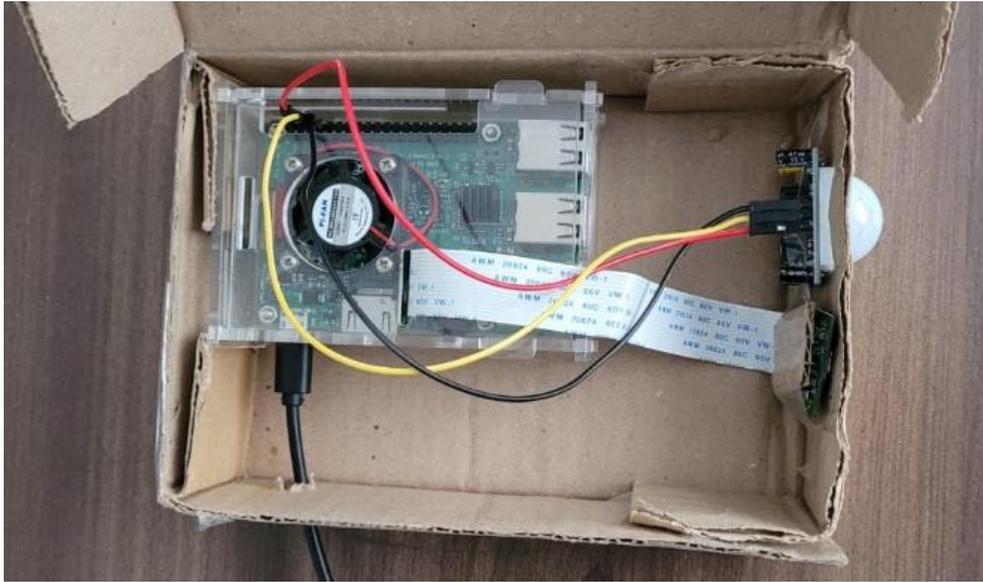
Fonte: Elaborado pelo autor

3.4 Software

Após finalizar as conexões e configurações dos periféricos é preciso desenvolver um programa na linguagem Python 3 que irá ler e interpretar os sinais enviados pelo sensor de movimento. Serão utilizadas as bibliotecas `picamera` para o acionamento da câmera, `smtplib`, `email.mime.image` e `email.mime.multipart` para envio e configuração dos e-mails e a biblioteca `RPI.GPIO` para o uso das portas GPIO do Raspberry. Com as variáveis criadas para configurar os e-mails que vão enviar e receber as mensagens é gerado um laço (`while`) onde é verificado o estado do sensor de presença (LOW ou HIGH). Ao detectar o movimento no ambiente o sensor é ativado e o seu estado muda para HIGH e o programa aciona o módulo de câmera que salva um arquivo de imagem do local e anexa ao e-mail que será enviado para o endereço configurado para receber a mensagem de alerta.

As Figuras 19 e 20 apresentam o protótipo finalizado.

Figura 19 - Visão geral do protótipo



Fonte: Elaborado pelo autor

Figura 20 - Visão frontal do protótipo



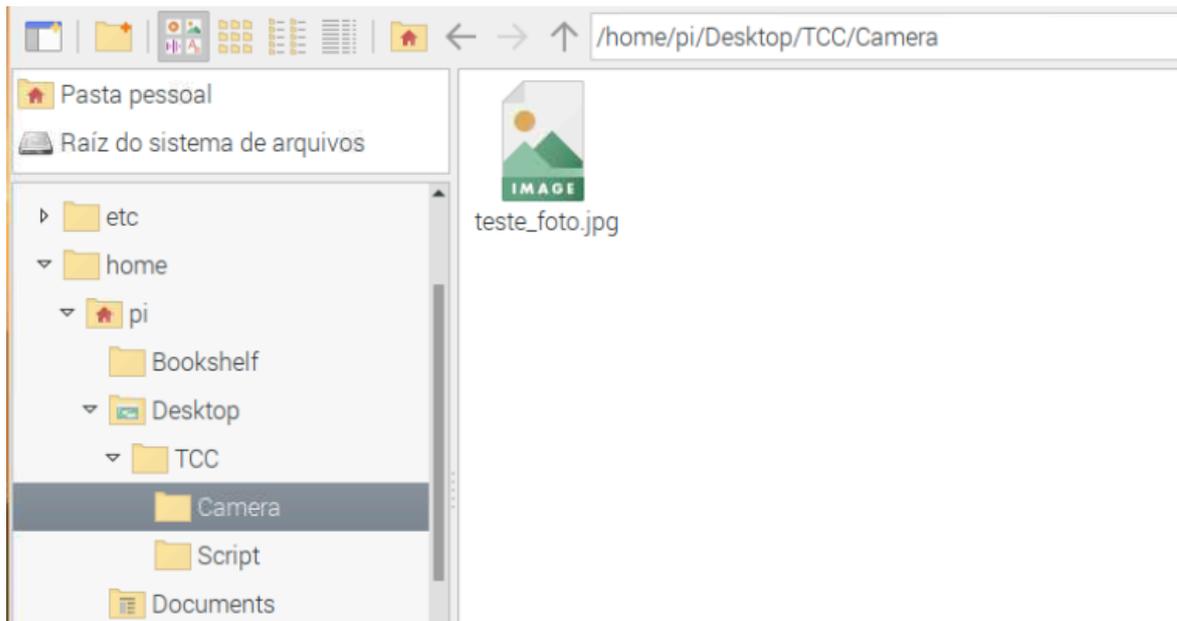
Fonte: Elaborado pelo autor

3.5 Testes e resultados

3.5.1 Testes do módulo da câmera

Para validar as configurações do módulo de câmera foi realizado um teste de captura de imagem executando o seguinte comando no terminal do Raspberry Pi OS: `<sudo raspistill -o /home/pi/Desktop/TCC/Camera/teste_foto.jpg>`

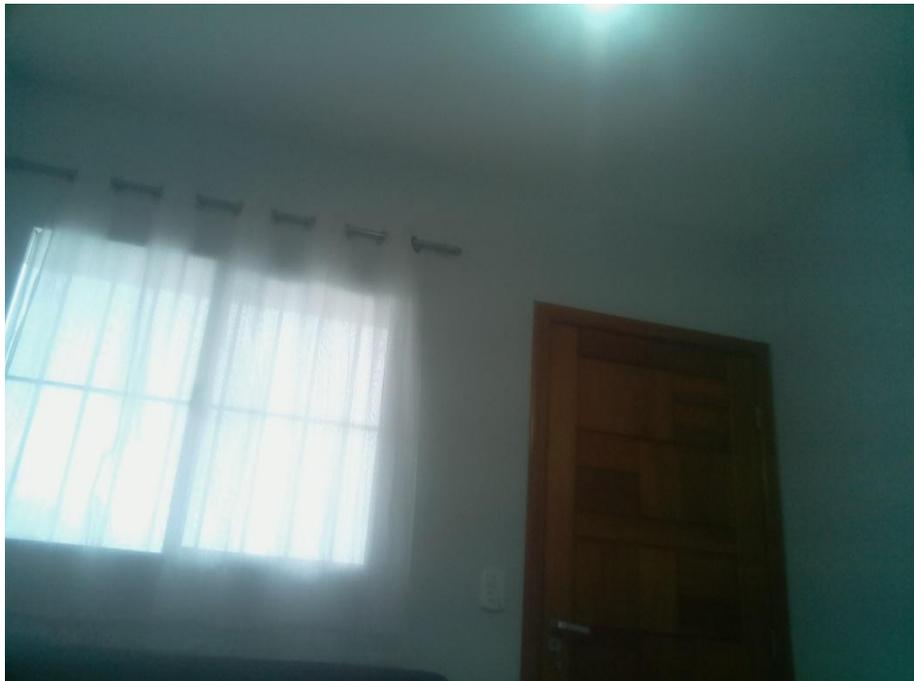
Figura 21 - Arquivo de imagem gerado



Fonte: Elaborado pelo autor

Conforme demonstrado na Figura 21 e Figura 22, os comandos foram reconhecidos e executados pelo Raspberry gerando a imagem com sucesso.

Figura 22 - Imagem de teste gerada

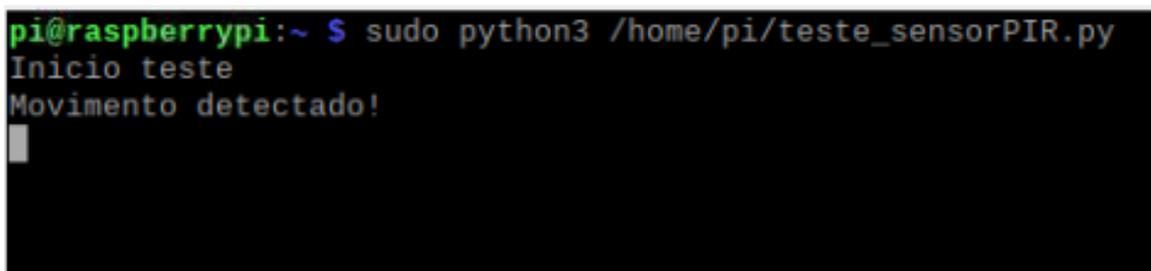


Fonte: Elaborado pelo autor

3.5.2 Testes do sensor de presença PIR

O teste para validação do funcionamento do sensor de presença consistiu em passar na frente do detector com uma distância de pelo menos 3 metros para o mesmo e verificar a mensagem apresentada no terminal do Raspberry Pi executando um script de teste apresentado no APÊNDICE B conforme mostra a Figura 23.

Figura 23 - Teste sensor de presença PIR



```
pi@raspberrypi:~ $ sudo python3 /home/pi/teste_sensorPIR.py
Inicio teste
Movimento detectado!
```

Fonte: Elaborado pelo autor

A Tabela 2 mostra os resultados do teste mostrando um nível de confiabilidade satisfatório apresentando um taxa de falhas abaixo dos 10%.

Tabela 2 - Teste do sensor de presença PIR

Total de amostras	30
Quantidade de acertos	28
Porcentagem de confiabilidade	93,33%

Fonte: Elaborado pelo autor

3.5.3 Testes de envio de e-mail

Nesta etapa de testes, é preciso validar que o sistema de envio de e-mail de notificações está funcionando de forma adequada, e para isso, é preciso verificar o endereço de e-mail configurado para receber a notificação e confirmar se existe uma mensagem enviada pelo sistema de monitoramento residencial (Figura 24).

Figura 24 - E-mail de notificação recebido pelo usuário



Fonte: Elaborado pelo autor

3.5.4 Teste de funcionamento do protótipo

Para concluir esta etapa de testes, foi realizado uma bateria de testes durante um período de 48 horas a fim de analisar a eficiência e confiabilidade do sistema de monitoramento residencial. Para tanto, o sistema foi instalado em um cômodo da residência e uma pessoa fica responsável por entrar no cômodo monitorado para simular uma invasão e deve anotar o horário da entrada. Depois deve ser verificado o endereço de e-mail configurado para receber as notificações para checar se os horários das mensagens conferem com os horários das invasões efetuadas.

Durante o período de testes foram coletadas 98 amostras e foram identificados um total de 11 falhas, como falha no envio do e-mail, falha no anexo da imagem e falha na detecção de movimento, somando um total de 11,22% de falhas conforme apresenta a Tabela 3.

Tabela 3 - Teste de funcionalidade do protótipo

Total de amostras	98
Falhas de envio de e-mail	3
Falhas de anexo da imagem	3
Falha do sensor de presença	5
Porcentagem total de falhas	11.22%

Fonte: Elaborado pelo autor

4 CONCLUSÃO

Após a finalização do projeto, o sistema de monitoramento desenvolvido mostrou-se uma opção economicamente viável e eficaz para o objetivo ao qual foi proposto apresentando uma taxa satisfatória de confiabilidade de quase 90% conforme testes realizados.

Tendo em vista o grau de sucesso alcançado, é possível dizer que o protótipo abre possibilidades para futuros projetos com a implementação de novas funções como a implementação de serviço de streaming de vídeo, a implementação de novos sensores e atua(do) res para reconhecimento facial, por exemplo.

Ainda como base baixo custo do protótipo desenvolvido e que permite o uso de diversos tipos de sensores, podem haver aplicações em outras áreas, como exemplos:

- Saúde. Monitoramento de pacientes com o uso de câmeras, acompanhamento de estado de saúde como temperatura, pressão sanguínea.
- Ensino: Acompanhamento de corpos em movimento, monitoramento de processos químicos.
- Indústria. Tanto para controle de insumos, como em controle de processos industriais

Dessa forma, acredita-se que outras propostas poderão ser feitas para continuidade deste trabalho assim como abrir outras aplicações.

REFERÊNCIAS

ABINC – Associação Brasileira de Internet das Coisas - Disponível em: <<https://abinc.org.br/>>. Acesso em 20 de nov. 2021.

AGÊNCIA ESTADO. **Roubo a residências aumenta no primeiro trimestre de 2021 em SP**: Cenário é inverso ao do registrado nos três primeiros meses do ano passado, quando houve queda em relação a 2019. [S. l.], 19 jul. 2021. Disponível em: <<https://noticias.r7.com/sao-paulo/roubo-a-residencias-aumenta-no-primeiro-trimestre-de-2021-em-sp-19072021>>. Acesso em: 16 out. 2021.

AURESIDE, Associação Brasileira de Automação Residencial, Disponível em: <<http://www.aureside.org.br/>>., Acesso em 25 de nov. 2021

BOLZANI, Caio Augustus M. **Residências Inteligentes**. 1ª ed. São Paulo: Livraria da Física, 2004.

CASTILLO, Juan Carlos Martin, **Instalaciones Domóticas**. Madri: Editex, 2009.

CIEC, COLEGIO DE INGENIEROS ESPECIALISTAS DE CÓRDOBA, **Guía de Contenidos Mínimos para La Elaboración de un Proyecto de Domótica**. In: **Domótica Registrada**. Comisión de Domótica, Córdoba, 2011. 34 p.

EVANS, Dave. **A Internet das Coisas: Como a próxima evolução da Internet está mudando tudo**. White paper Cisco, Abril de 2011. Disponível em: <http://www.cisco.com/c/dam/global/pt_br/assets/executives/pdf/internet_of_things_iot_ibsg_0411final.pdf>. Acesso em: 21 de nov. 2021

MAGRANI, Eduardo. **A INTERNET DAS COISAS**. Rio de Janeiro: FGV Editora. 2018.

MEYER, Gordon. **Smarth Home Hacks. Tips & Tools for Automating Your House**. Sebastopol: O'Reilly Média, 2008.

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

OLIVEIRA, Sergio de. **Internet das Coisas com ESP8266, Arduino e Raspberry Pi**. São Paulo: Novatec Editora Ltda. 2017.

RAMOS, A. L. C.; SANTOS, J. E. L. d. **Sistema integrado de automação residencial com comunicação sem fio**. Dissertação (B.S. thesis) — Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

RASPBERRY PI FOUNDATION. **RASPBERRY PI 3 MODEL B**. Disponível em: <<https://www.raspberrypi.org/>>. Acesso em: 17 out. 2021.

ROBOCORE. **Sensor de Presença PIR - HC-SR501** Disponível em:<
<https://www.robocore.net/sensor-ambiente/sensor-de-presenca-pir-hc-sr501>
>

APÊNDICE A – CÓDIGO FONTE DO PROJETO

```
#!/usr/bin/python3
import smtplib
from email.mime.multipart import MIMEMultipart
from email.mime.text import MIMEText
from email.mime.base import MIMEBase
from email import encoders
import time
from time import sleep
from datetime import datetime
from picamera import PiCamera
import RPi.GPIO as GPIO

GPIO.setmode(GPIO.BOARD)

camera = PiCamera()
camera.resolution = (1024, 768)
camera.start_preview()

fromaddr = "email.sistema.seguranca@gmail.com"
toaddr = "eusebioam@gmail.com"
passwd = "inxjsemjzirccvj"

GPIO.setup(7, GPIO.IN)
print ("Iniciando...")

while True:
    if GPIO.input(7) == GPIO.HIGH:
        print("Movimento detectado!")

        camera.capture('/home/pi/Desktop/TCC/Camera/image.jpg')
        print("capturando imagem...")
        time.sleep(2)

        msg = MIMEMultipart()
        msg['From'] = fromaddr
        msg['To'] = toaddr
        msg['Subject'] = "ALERTA DE INVASÃO!!!"

        body = "Violação detectada na residencia!\n" + "Ligue para 190."

        msg.attach(MIMEText(body, 'plain'))
        filename = "image.jpg"
        attachment = open("/home/pi/Desktop/TCC/Camera/image.jpg", "rb")
        part = MIMEBase('application', 'octet-stream')
```

```
part.set_payload((attachment).read())
encoders.encode_base64(part)
part.add_header('Content-Disposition', "attachment; filename= %s" % filename)
msg.attach(part)
```

```
print("enviando email...")
server = smtplib.SMTP('smtp.gmail.com', 587)
server.starttls()
server.login(fromaddr, passwd)
text = msg.as_string()
server.sendmail(fromaddr, toaddr, text)
server.quit()
print("email enviado!")
```

```
time.sleep(10)
```

APÊNDICE B – SCRIPT DE TESTE DO SENSOR DE PRESENÇA PIR

```
#!/usr/bin/python3
import RPi.GPIO as GPIO
import time
from time import sleep

GPIO.setmode(GPIO.BOARD)

GPIO.setup(7, GPIO.IN)

print("Inicio teste")

while True:
    if GPIO.input(7) == GPIO.HIGH:
        print("Movimento detectado!")
        time.sleep(10)
```