

Domótica baseada em Componentes Low-Cost

Engenharia Informática - Laboratório de projeto

Relatório de Execução

Emanuel Peres

Frederico Branco

João Paulo Moura

Autores

Gonçalo Costa - 76131

Moisés Santos - 73876

Vila Real, 2024

Índice

1.	Resumo	3
2.	Introdução.....	4
2.1	Enquadramento	5
2.2	Objetivos.....	6
2.3	Planeamento.....	7
3.	Etapas de Execução	8
4.	Desenvolvimento.....	8
4.1	Requisitos Funcionais:	9
4.2	Requisitos Não Funcionais:.....	10
4.3	Diagrama de Casos-de-Uso:.....	11
4.4	Diagrama de Estados:.....	12
4.5	Diagrama de Atividades:	14
4.6	Diagrama de Arquitetura Tecnológica:	16
4.7	Sensores.....	17
4.8	Implementação dos sensores	20
5.	Discussão de Resultados	27
6.	Conclusão.....	28
7.	Referências	Erro! Marcador não definido.

1. Resumo

Este relatório documenta o desenvolvimento de um sistema de automação residencial acessível e eficiente, utilizando componentes de baixo custo. O projeto, inserido no contexto da modernização das habitações, visa democratizar o acesso às tecnologias de domótica, proporcionando conforto, segurança aos utilizadores. As principais funcionalidades incluem o controlo de iluminação, monitorização de segurança, gestão de temperatura, e integração com dispositivos móveis.

A implementação do sistema foi realizada através do Home Assistant, configurado através de uma máquina virtual, integrando diversos sensores e outros dispositivos. Espera-se que o sistema ofereça benefícios significativos, como redução de custos, personalização, tornando a automação residencial uma opção viável para um público mais amplo.

2. Introdução

A automatização residencial, também conhecida como domótica, tem vindo a tornar-se uma tendência crescente na modernização de habitações, proporcionando conforto, segurança e eficiência energética. Esta abordagem visa democratizar o acesso a tecnologias de automatização, tornando-as acessíveis a um público mais alargado.

Um dos principais benefícios da domótica é o conforto. Os moradores podem controlar vários aspetos de suas casas com facilidade, seja ajustando a temperatura ambiente, acendendo as luzes ou até mesmo programando rotinas personalizadas para atender às suas necessidades específicas. Além do conforto, a segurança é outra área-chave em que a domótica se destaca. Sistemas de segurança integrados podem incluir câmaras de vigilância, sensores de movimento, alarmes, entre outras coisas, permitindo que os moradores monitorem e controlem o acesso à sua casa de forma remota.

A domótica pode contribuir para a acessibilidade, especialmente para idosos e pessoas com mobilidade reduzida, ao facilitar o controle de dispositivos e sistemas através de interfaces simples, como comandos de voz ou aplicativos móveis.

2.1 Enquadramento

A automatização residencial, também conhecida como domótica, está se a tornar cada vez mais popular devido aos seus benefícios em termos de conforto, segurança e eficiência energética. A domótica envolve a integração de diferentes tecnologias para controlar e automatizar as funções domésticas, proporcionando aos utilizadores um ambiente mais inteligente e responsivo às suas necessidades.

Historicamente, os sistemas de domótica eram caros e complexos, acessíveis apenas a um segmento limitado da população (classe alta). No entanto, com os avanços tecnológicos e a disponibilidade crescente de componentes de baixo custo, a automação residencial está se tornando uma opção viável para um público mais amplo. Este projeto visa democratizar o acesso a essas tecnologias, permitindo que mais pessoas desfrutem dos benefícios da domótica sem um investimento financeiro significativo.

A abordagem adotada neste projeto foca-se na utilização de hardware e software de código aberto, o que não só reduz os custos, mas também permite uma maior flexibilidade e personalização. Por exemplo, o uso do Home Assistant como plataforma central de controle oferece uma interface intuitiva e compatibilidade com uma ampla gama de dispositivos. Isso facilita a integração de várias funcionalidades, como controlo de iluminação, monitorização de segurança e gestão de temperatura.

Além disso, a implementação de sensores de movimento, proporciona uma camada adicional de segurança, permitindo a monitorização remota e o envio de notificações em tempo real. Estes componentes, acessíveis em termos de custo, foram selecionados com base na sua qualidade, confiabilidade e funcionalidade, garantindo que atendam aos requisitos do projeto e ofereçam uma experiência positiva para os utilizadores.

A eficiência energética é outro aspeto crucial da domótica. O sistema desenvolvido permite a programação inteligente de dispositivos, como a iluminação, otimizando o consumo de energia e promovendo a sustentabilidade ambiental. Os sensores de temperatura e humidade permitem que os utilizadores tenham uma noção do estado do ambiente das suas casas.

2.2 Objetivos

O objetivo deste projeto é criar um sistema de automação residencial robusto e acessível, permitindo aos utilizadores controlar e monitorizar vários aspetos das habitações de forma eficiente. Ao utilizar componentes de baixo custo, é esperado reduzir significativamente os custos associados à automação residencial, tornando-a uma opção viável para uma gama mais alargada de utilizadores.

-Componentes de Baixo Custo: Deve ser realizada uma seleção criteriosa de componentes de baixo custo, sem comprometer a qualidade e funcionalidade (Devem ser utilizadas plataformas de hardware e software de código aberto para maximizar a eficiência e facilitar a integração com uma variedade de dispositivos).

-Funcionalidades Principais: O sistema deve abranger várias funcionalidades, incluindo controlo de iluminação, monitorização de segurança, gestão de temperatura, automatização de cortinas e persianas, além da integração com assistentes de voz e dispositivos móveis. A interface de utilizador deve ser intuitiva e amigável, garantindo uma experiência positiva para os utilizadores.

-Metodologia de Desenvolvimento: Deve ser adotada uma abordagem ágil para o desenvolvimento do projeto, permitindo entregas incrementais e flexibilidade para adaptações à medida que as necessidades evoluem.

-Benefícios Esperados: i) Custo Acessível: A utilização de componentes de baixo custo, que torne a automação residencial mais acessível a um público mais amplo; ii) Eficiência Energética: O sistema deve ter a capacidade de otimizar o consumo de energia, promovendo a sustentabilidade ambiental) Personalização: Aos utilizadores deve ser permitida a personalização do sistema de acordo com as suas necessidades específicas, escolhendo as funcionalidades que mais se adequam ao seu estilo de vida.

2.3 Planeamento

A pesquisa inicial focou-se na identificação de componentes de hardware acessíveis em termos de custo, como sensores de movimento, de iluminação, bem como software de código aberto. A avaliação da qualidade, confiabilidade e funcionalidade desses componentes foi fundamental para garantir que atendam aos requisitos do projeto. Com base na pesquisa, organizou-se toda a informação encontrada e construíram-se vários diagramas que servirão de auxílio no desenvolvimento e construção do projeto.

No desenvolvimento do Plano de Arquitetura, projetou-se a arquitetura do sistema considerando a integração dos componentes de hardware e software selecionados. Estabeleceram-se padrões de comunicação entre os dispositivos para garantir o bom funcionamento entre eles. A implementação das funcionalidades principais envolveu a integração dos componentes identificados durante a pesquisa, incluindo controlo de iluminação, monitorização de segurança, gestão de temperatura, e integração com dispositivos móveis.

Finalmente, realizaram-se testes para garantir o bom funcionamento de todos os componentes.

3. Etapas de Execução

- **Seleção de Componentes:** Identificação e aquisição de componentes de baixo custo adequados para o projeto, como sensores de movimento, interruptores táteis e dispositivos de controlo de temperatura.
- **Instalação do Home Assistant:** Configuração do Home Assistant em uma máquina virtual utilizando VirtualBox para criar um ambiente de desenvolvimento flexível.
- **Configuração de Add-ons:** Instalação de add-ons como Advanced SSH & Web Terminal, Mosquitto broker, e Zigbee2MQTT para expandir as funcionalidades do Home Assistant

4. Desenvolvimento

Neste trabalho, dividimos os requisitos **funcionais** e **não funcionais**. Os **requisitos funcionais** são todas as necessidades, características ou funcionalidades esperadas em um processo que podem ser atendidos pelo software. Mostram o que o site deverá fazer e não como o vai fazer. Já os **não funcionais** são definidos como “de qual maneira “o sistema deve fazer. São requisitos relacionados ao uso da aplicação em termos de desempenho, usabilidade, segurança, manutenção e tecnologias envolvidas.

4.1 Requisitos Funcionais:

- RF1. Componentes Low-Cost:** O sistema deve suportar a integração de componentes de hardware e software de baixo custo, mantendo a qualidade e funcionalidade esperadas.
- RF2. Controle de iluminação:** O sistema deve permitir que os utilizadores consigam controlar remotamente as luzes de suas casas, incluindo ligar/desligar, ajustar a intensidade e programar horários para ligar/desligar automaticamente.
- RF3. Automatização de cortinas e persianas:** O sistema deve permitir a possibilidade de automatizar a abertura e fecho de cortinas e persianas de acordo com os horários programados ou preferências dos utilizadores.
- RF4. Controle de temperatura:** Capacidade de monitorizar a temperatura, e permitir ao utilizador ajustar a temperatura.
- RF5. Sistemas de segurança:** Integração de sensores de movimento, com a notificação de eventos suspeitos aos utilizadores.
- RF6. Agendamento de tarefas:** Os utilizadores devem poder programar tarefas personalizadas, como ligar as luzes ao anoitecer.
- RF7. Integração de assistentes virtuais:** Suporte para controlo por voz através de assistentes virtuais como Alexa, Google Assistant ou Siri.
- RF8. Alertas de emergência:** Capacidade de enviar alertas automáticos aos utilizadores em caso de emergência, como incêndios ou intrusões detetadas pelos sistemas de segurança.
- RF9. Alertas de manutenção:** Capacidade de enviar alertas aos utilizadores sobre a necessidade de manutenção preventiva em dispositivos e sistemas de automação residencial, como a substituição de baterias, limpeza de sensores ou atualização do firmware.

4.2 Requisitos Não Funcionais:

- RNF1. Desempenho:** O sistema deve responder rapidamente aos comandos dos utilizadores e às mudanças no ambiente, garantindo tempos de resposta mínimos.
- RNF2. Usabilidade:** O sistema deve ser intuitivo e fácil de usar, com uma interface de utilizador amigável que permita aos utilizadores controlar e configurar os dispositivos de forma simples e eficaz.
- RNF3. Segurança:** O sistema deve ser projetado com medidas de segurança robustas para proteger os dados dos utilizadores e garantir a privacidade.
- RNF4. Escalabilidade:** O sistema deve ser capaz de lidar com um aumento no número de dispositivos e utilizadores sem comprometer o desempenho ou a estabilidade.
- RNF5. Confiabilidade:** O sistema deve ser robusto e confiável, minimizando o tempo de inatividade e garantindo que os dispositivos funcionem conforme esperado, mesmo em condições adversas.

4.3 Diagrama de Casos-de-Uso:

O Diagrama de Casos de uso documenta o que o sistema faz do ponto de vista do utilizador, isto é, ele descreve as principais funcionalidades do sistema e a interação dessas funcionalidades com os utilizadores do mesmo sistema.

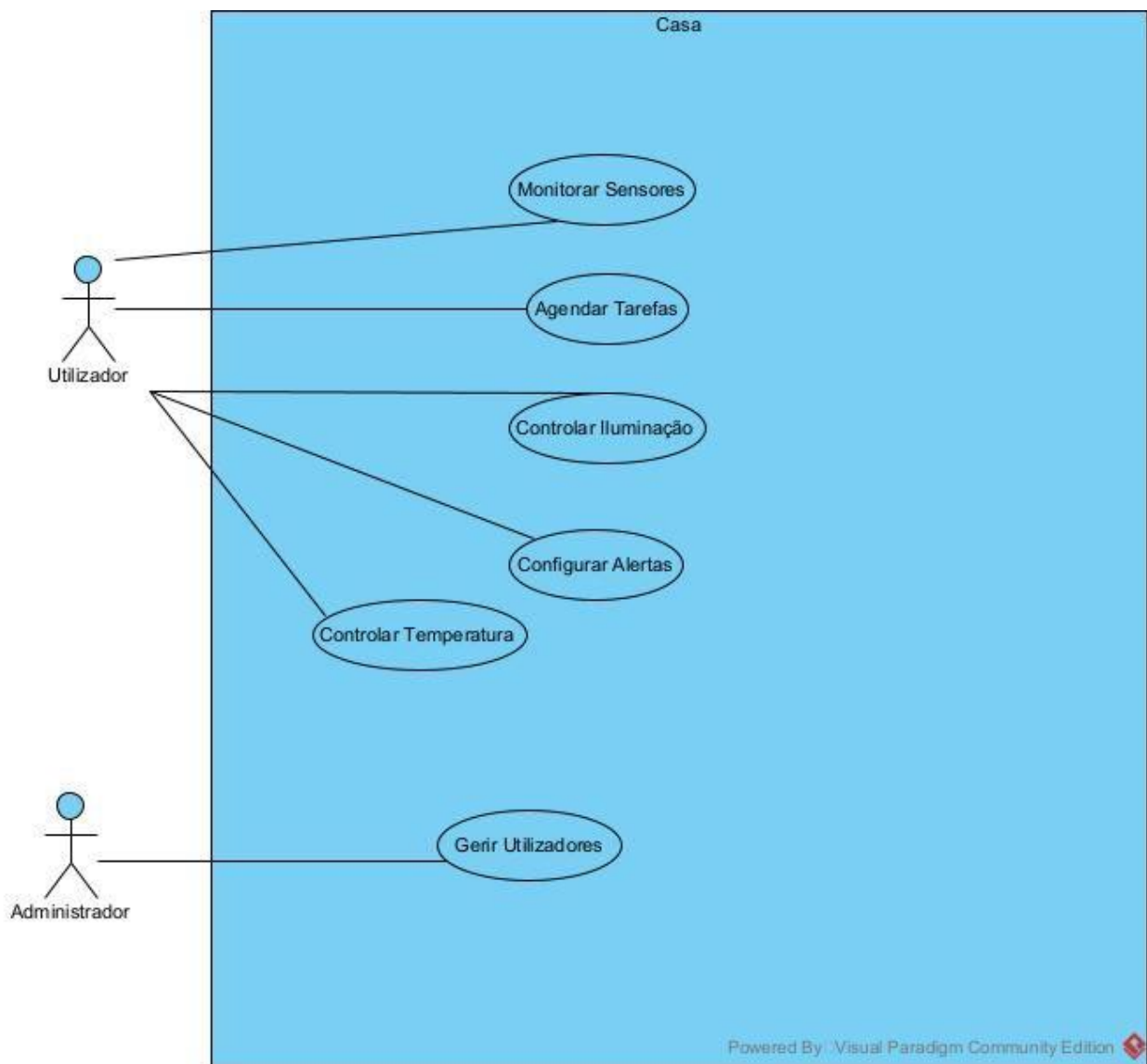


Figura 1 -Diagrama Casos-de-Uso

4.4 Diagrama de Estados:

O diagrama de estados, é um tipo de diagrama comportamental na Linguagem de modelagem unificada (UML) que mostra as transições entre vários objetos. Estados indicam as diferentes combinações de informações que um objeto pode conter, e não como ele se comporta.

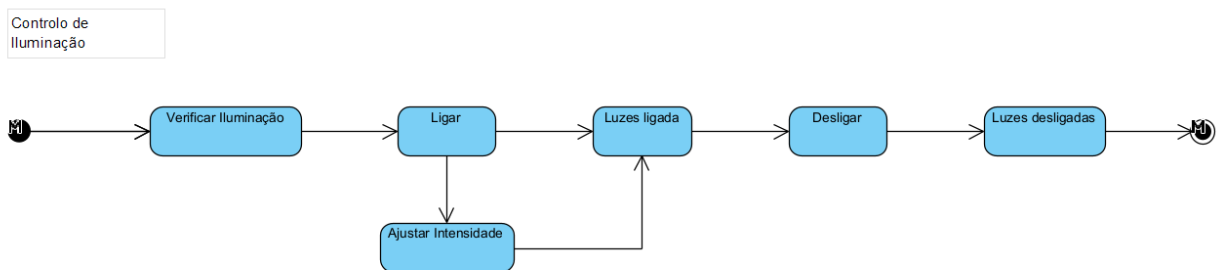


Figura 2 - Diagrama de estados "Controlo de Iluminação"

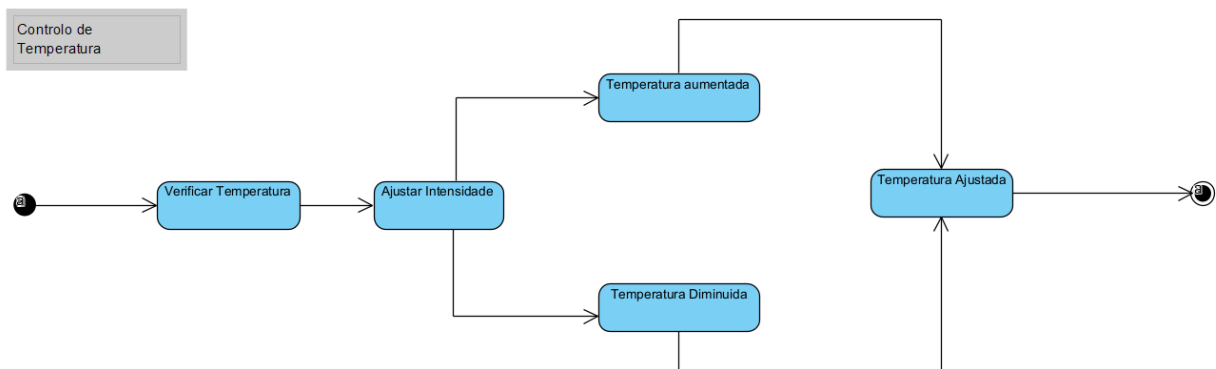


Figura 3 - Diagrama de estados "Controlo de Temperatura"

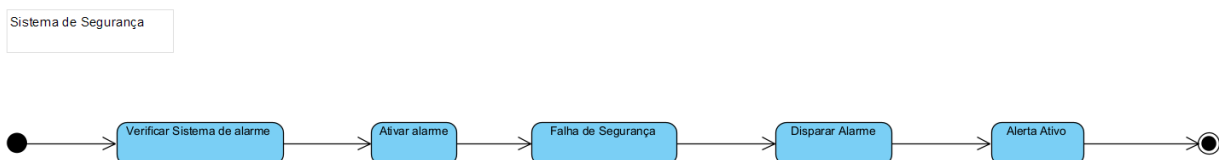


Figura 4 - Diagrama de estados "Sistema de Segurança"

Alertas de manutenção

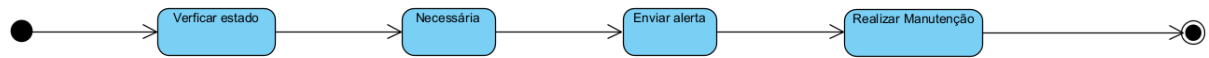


Figura 5 - Diagrama de Estados "Alertas de Manutenção"

Assistentes Virtuais

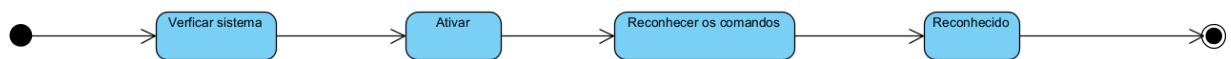


Figura 6 - "Diagrama de Estados "Assistentes Virtuais"

Alertas de emergência

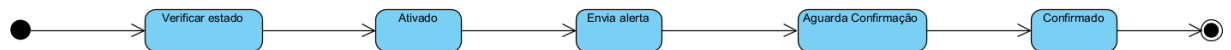


Figura 7 - Diagrama de Estados "Alertas de Emergência"

4.5 Diagrama de Atividades:

Os diagramas de atividades, podem ser associados a qualquer elemento de modelação, com a finalidade de modelar o comportamento desse elemento. Esses diagramas ajudam a entender como as diferentes partes de um processo interagem ao longo do tempo

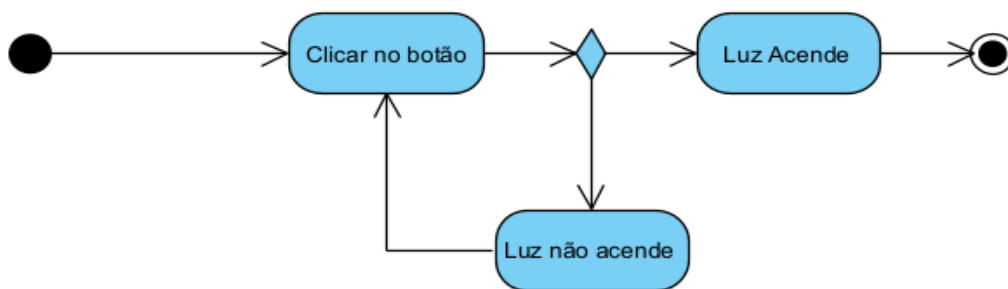


Figura 8 - Diagrama de Atividades "Sensor Botão"

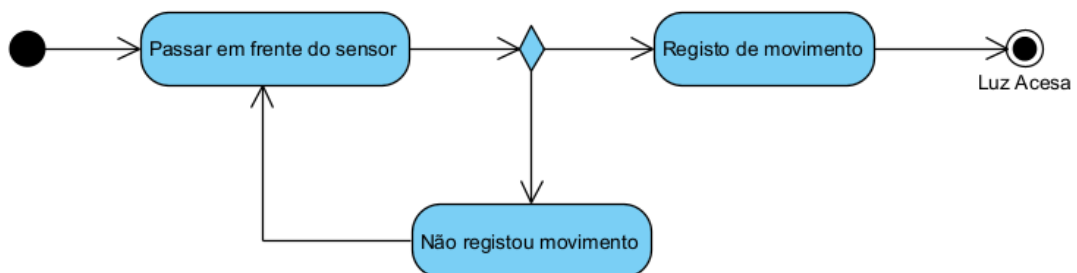


Figura 9 - Diagrama de Atividade "Sensor Movimento"

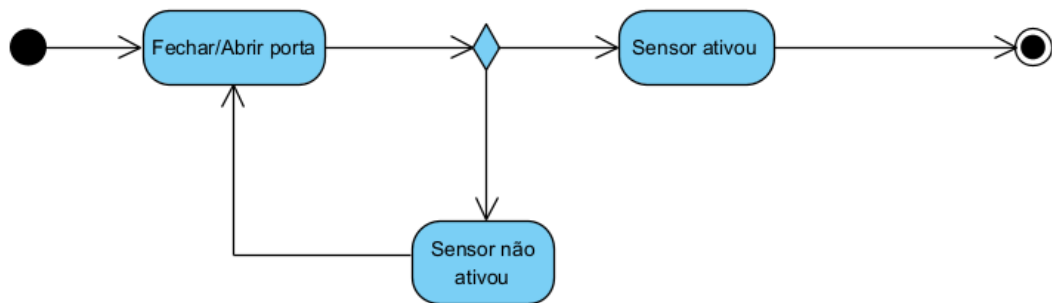


Figura 10 - Diagrama de Atividades "Sensor Porta"



Figura 11 - Diagrama de Atividades "Sensor Temperatura"

4.6 Diagrama de Arquitetura Tecnológica:

O diagrama de arquitetura tecnológica é uma representação visual da estrutura e dos componentes de um sistema de tecnologia de informação. Ele descreve como os diferentes elementos de hardware, software, redes e dados estão interconectados e como funcionam em conjunto para fornecer funcionalidades e serviços.

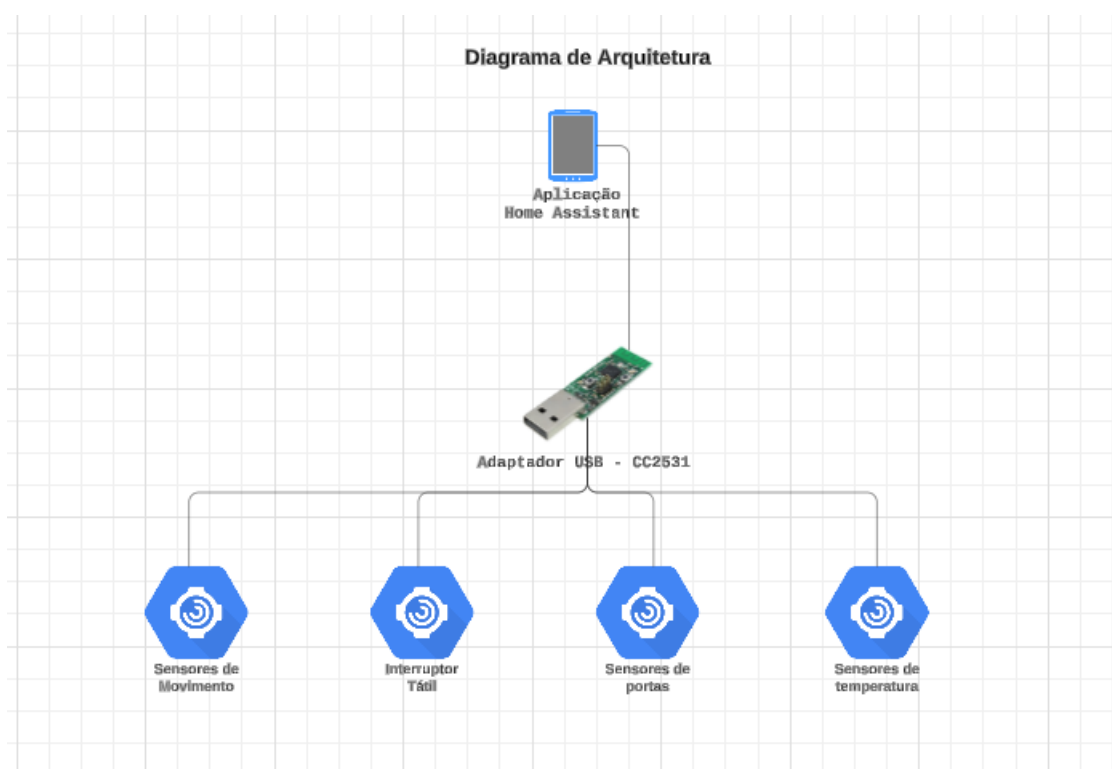


Figura 12 - Diagrama de Arquitetura Tecnológica

4.7 Sensores

No âmbito deste projeto, será necessário o uso de uma variedade de sensores para garantir o monitoramento e controle eficazes de determinados aspetos do sistema em questão. Entre os sensores identificados para implementação estão:

- **Interruptor Tátil:** Este sensor é fundamental para fornecer uma interface direta de entrada física. Ele permite que os utilizadores interajam diretamente com o sistema, pressionando o botão do interruptor para iniciar ou interromper certas funcionalidades.



Figura 13 - Interruptor Tátil

- **Sensor Movimento:** Este sensor desempenha um papel crucial na deteção de movimento em áreas específicas do ambiente. Ele é projetado para identificar a presença de objetos em movimento e enviar sinais correspondentes para o sistema.



Figura 14 - Sensor Movimento

- **Sensor Porta/Janela:** Este sensor é essencial para monitorizar a abertura e o fecho de portas em determinados locais. Ao detetar mudanças no estado das portas, seja para abrir ou fechar, o sensor fornece informações para o sistema, permitindo o controlo adequado.



Figura 15 - Sensor Porta

- **Sensor Temperatura/Humidade:** Este sensor é essencial para controlar a temperatura em determinados locais. Permite o controlo adequado de sistemas de aquecimento, ventilação, ar condicionado e outros dispositivos dependentes das condições do ambiente.



Figura 16 - Sensor Temperatura/Humidade

O que vai permitir controlar os sensores anteriormente referido é o Sonoff USB Dongle CC2531 que é um adaptador Zigbee compacto e versátil projetado para permitir a comunicação sem fio em redes Zigbee.



Figura 17 - Sonoff USB Dongle CC2531 Adaptador Zigbee

4.8 Implementação dos sensores

Este relatório apresenta o progresso da implementação de um sistema de domótica usando componentes de baixo custo. O sistema foi configurado utilizando o Home Assistant para integrar e controlar diversos sensores e dispositivos. A seguir, são apresentados os resultados obtidos até o momento.

1. Instalação do Home Assistant na Máquina Virtual

Primeiramente, começamos por instalar o virtualBox, uma plataforma de virtualização que nos permite executar o home assistant e executar os sensores. A escolha do VirtualBox deve-se à sua flexibilidade e suporte para diversos sistemas operacionais.

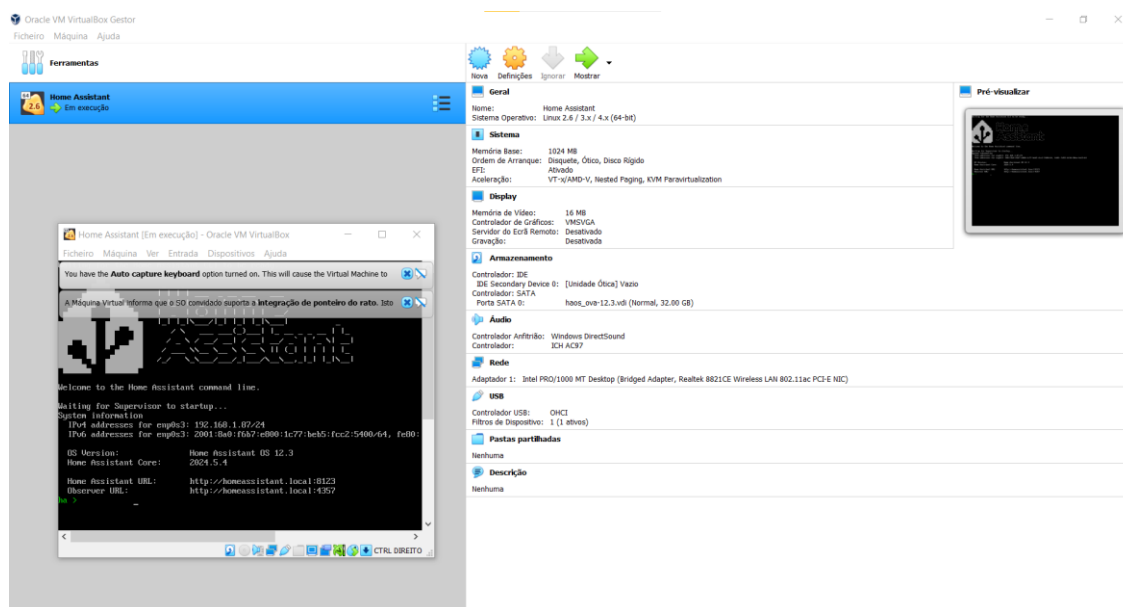


Figura 18 - Máquina Virtual com o Home Assistant

2. Instalação e Configuração do Home Assistant

Após a instalação da VirtualBox e a configuração da máquina virtual, passamos a instalar as add-ons necessárias para expandir as suas funcionalidades. Vamos passar para a explicação de cada uma delas.

- **Advanced SSH & Web Terminal:** Esta add-on permite a execução de scripts, diagnósticos do sistema e outras operações que requerem acesso direto ao terminal.
- **Mosquitto broker:** Facilita a integração de sensores e dispositivos IoT que utilizam o protocolo MQTT, permitindo a troca eficiente de mensagens entre eles e o Home Assistant.
- **Studio Code Server:** Utilizado para editar arquivos, criar automações e scripts, desenvolver add-ons personalizados.
- **Zigbee2MQTT:** Facilita a integração de uma ampla gama de dispositivos Zigbee, como lâmpadas, sensores e interruptores.

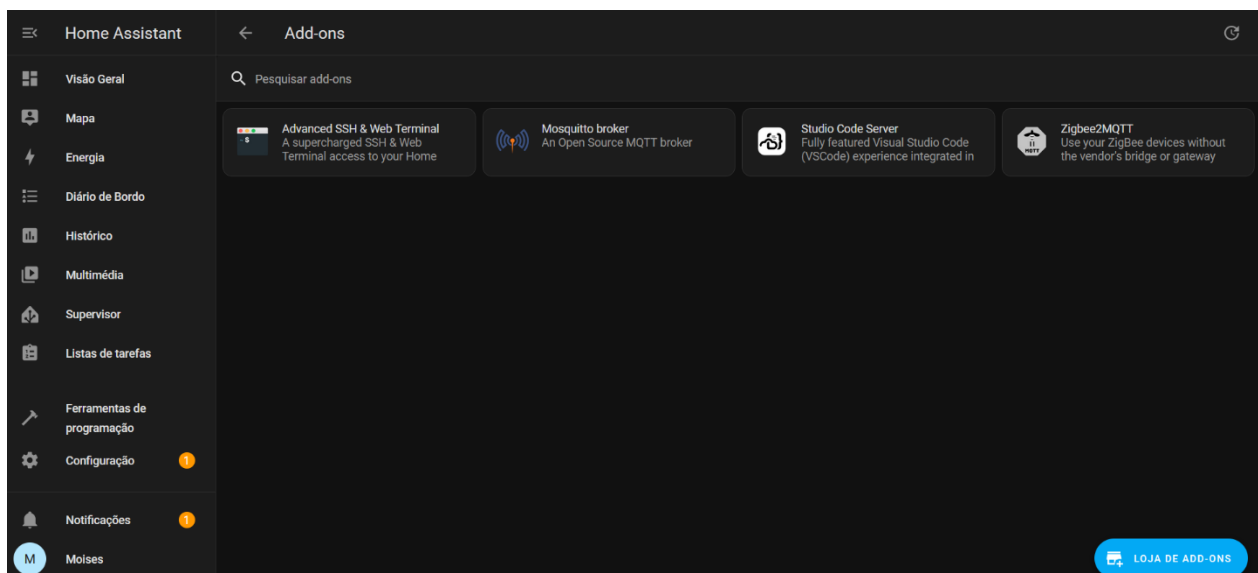


Figura 19 - Add-ons

3. Página inicial do Home Assistant

Apresentamos a interface geral do Home Assistant, proporcionando uma visão centralizada de todos os dispositivos e sensores configurados, além das condições ambientais como temperatura e humidade.

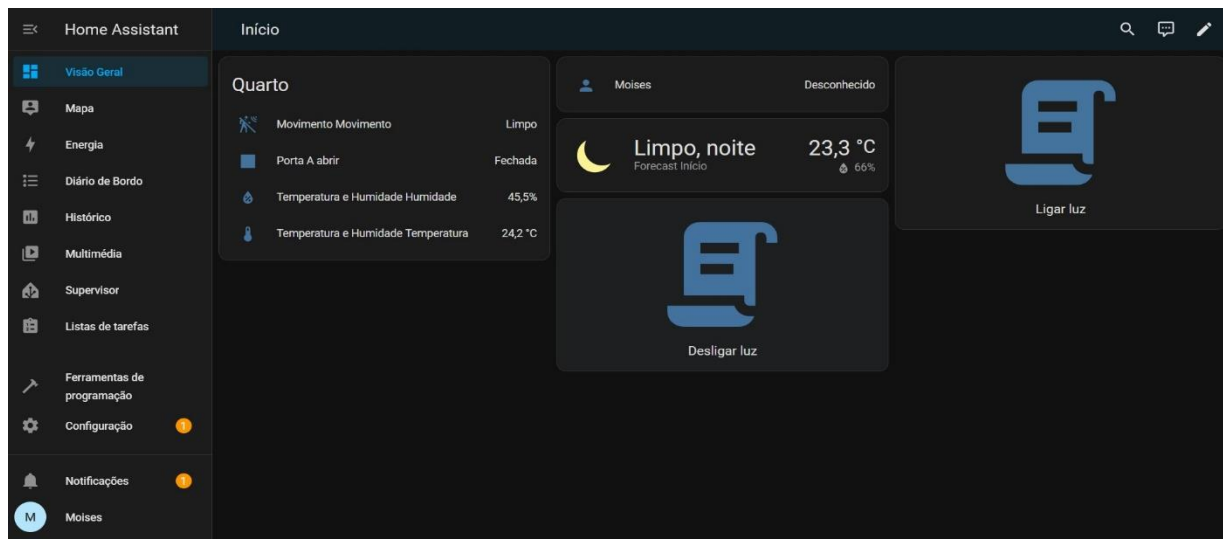


Figura 20 – Página Inicial do Home Assistant

4. Configuração da automação

Nesta parte foi onde tivemos a configurar diversas automações, tais como:

- Deixou de detectar movimento
- Desligar Luz
- Detecção de Movimento
- Humidade

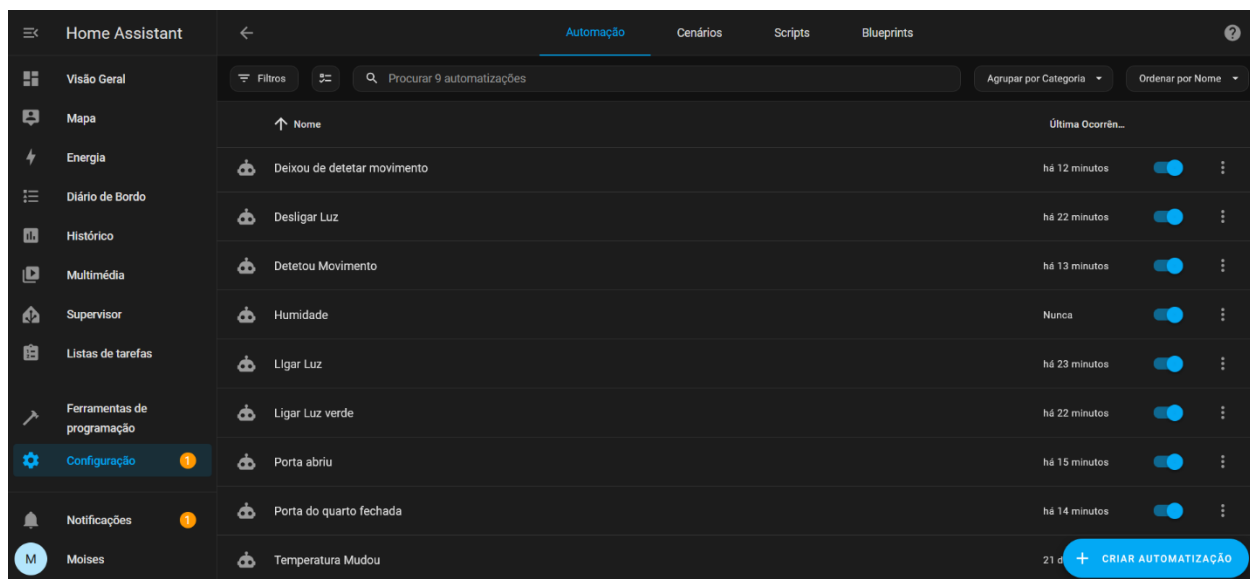


Figura 21 - Configuração de diversas automações

5. Detalhes da automação “Ligar Luz”

A imagem apresenta a configuração detalhada da automação “Ligar Luz” no Home Assistant. Esta automação foi projetada para ligar uma lâmpada inteligente utilizando comandos de texto enviados ao Google Assistant.

Comando enviado: "Turn on Mi Smart LED Bulb Essential (White and Color)"

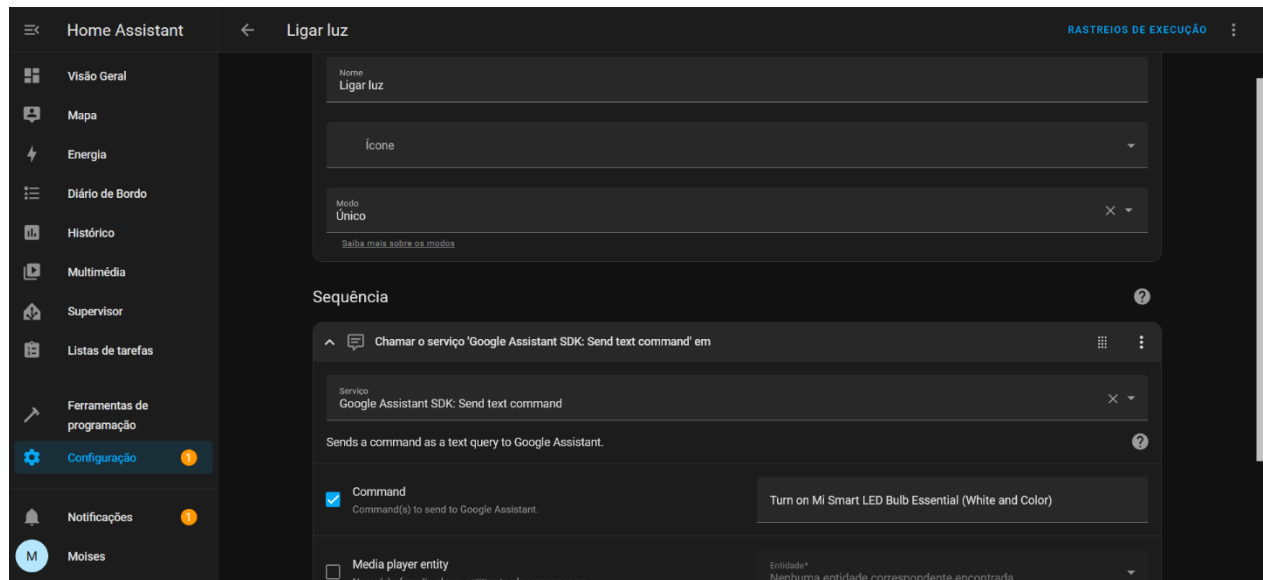


Figura 22 - Automação "Ligar Luz"

6. Integração de Dispositivos no Home Assistant

Nesta parte, cada dispositivo foi configurado para monitorizar e automatizar aspetos do ambiente residencial. Os dispositivos integrados foram os seguintes:

- Botão: É utilizado para acionar diferentes automações, mas neste caso usamos, para ligar e desligar luzes.
- Movimento: O sensor de movimento é utilizado para detetar a presença de movimento no ambiente.
- Porta: Este sensor é instalado nas portas para detetar quando elas estão abertas ou fechadas
- Temperatura e humidade: Este sensor monitoriza os níveis de temperatura e humidade no ambiente.
- Texas Instruments Coordinator: Coordena a comunicação entre os dispositivos zigbee e o Home Assistant, assegurando que todos os sensores possam enviar e receber dados corretamente.

Dispositivo	Fabricante	Modelo	Área	Integração	Bateria
Botão	eWeLink	WB01	Quarto	Zigbee Home Automation	100%
Movimento	eWeLink	MS01	Quarto	Zigbee Home Automation	100%
Porta	eWeLink	DS01	Quarto	Zigbee Home Automation	100%
Temperatura e Humidade	eWeLink	TH01	Quarto	Zigbee Home Automation	100%
Texas Instruments Coordinator	Texas Instruments	Coordinator	Quarto	Zigbee Home Automation	-

Figura 23 - Dispositivos conectados com o Home Assistant

7. Integrações Configuradas no Home Assistant

As integrações permitem que o Home Assistant comunique e controle uma vasta gama de dispositivos e serviços. A seguir, vamos descrever algumas das integrações presentes:

- **Google Assistant SDK:** Esta integração permite enviar comandos de texto ao Google Assistant diretamente no Home Assistant. É útil para controlar dispositivos compatíveis com a Google assistant e para criar automações que utilizem comandos de voz
- **Google Translate Text-to-Speech:** Converte o texto em fala usando o serviço Google translate. Pode ser utilizado para criar notificações de áudio em diferentes idiomas.
- **Home Assistant Supervisor:** Gerencia e supervisiona o funcionamento do Home Assistant, incluindo a instalação de add-ons e a manutenção do sistema.
- **Mobile App:** Permite a integração do aplicativo móvel do Home Assistant.
- **MQTT:** Um protocolo de mensagens leve e de alto desempenho, ideal para a comunicação entre dispositivos.
- **Zigbee Home Automation:** Controla uma variedade de dispositivos Zigbee, como lâmpadas, sensores de movimento, interruptores e muitos mais, através de uma interface centralizada.

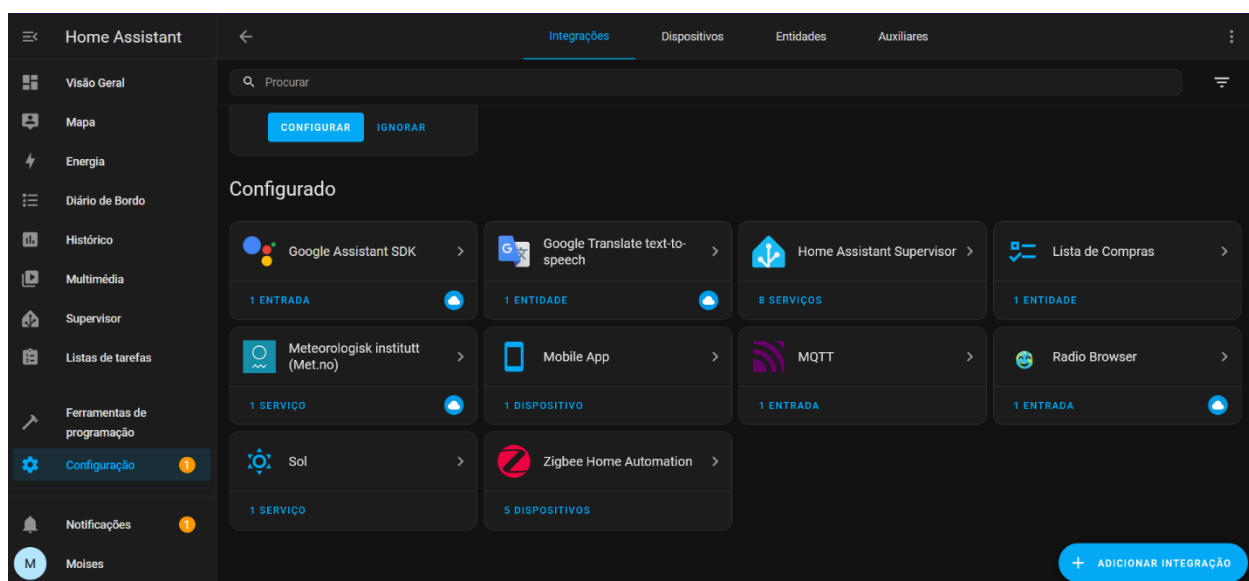


Figura 24 - Integrações do Home Assistant

8. Notificações do Home Assistant

As imagens a seguir, mostram exemplos de notificações enviadas pelo Homem Assistant para um dispositivo móvel. Essas notificações são essenciais para manter o utilizador informado sobre o estado da casa, mesmo quando está ausente.

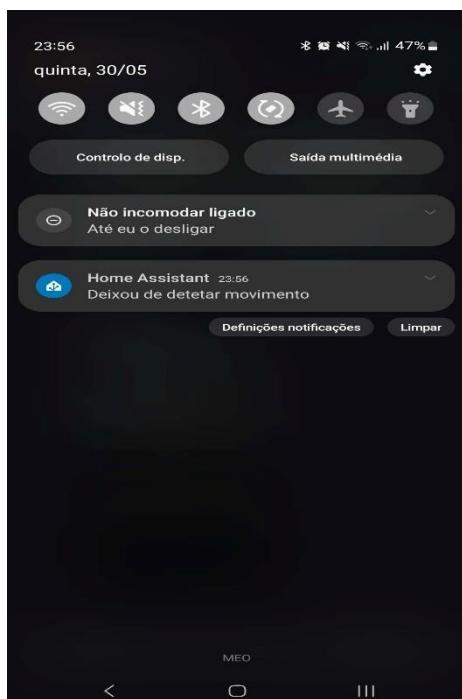


Figura 26 - Notificação "Sensor Movimento"

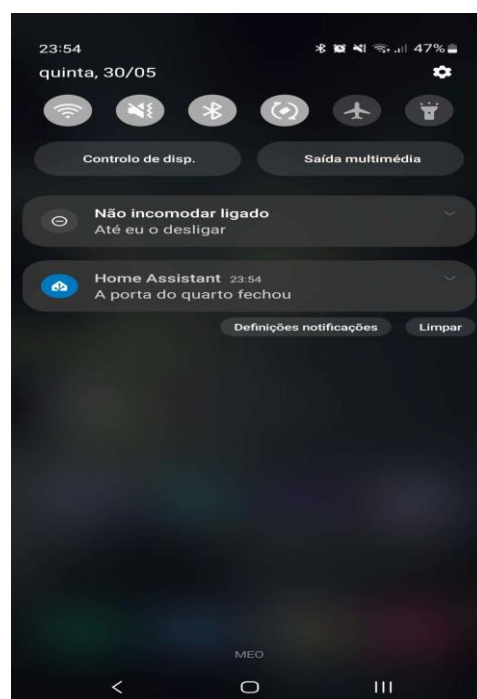


Figura 25 - Notificação "Sensor Movimento"

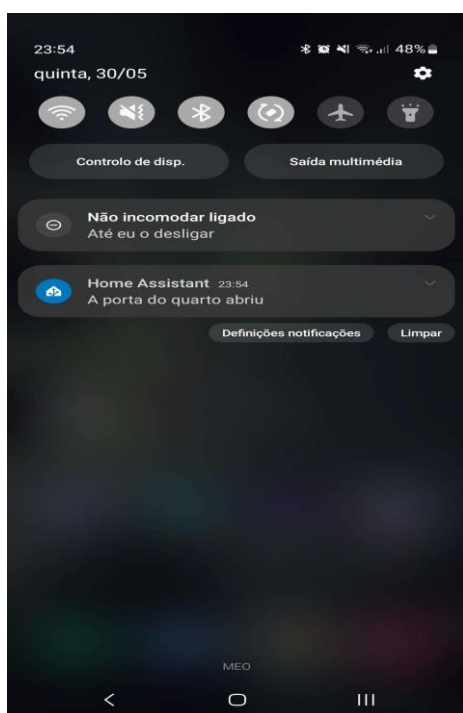


Figura 27 - Notificação "Sensor Porta"

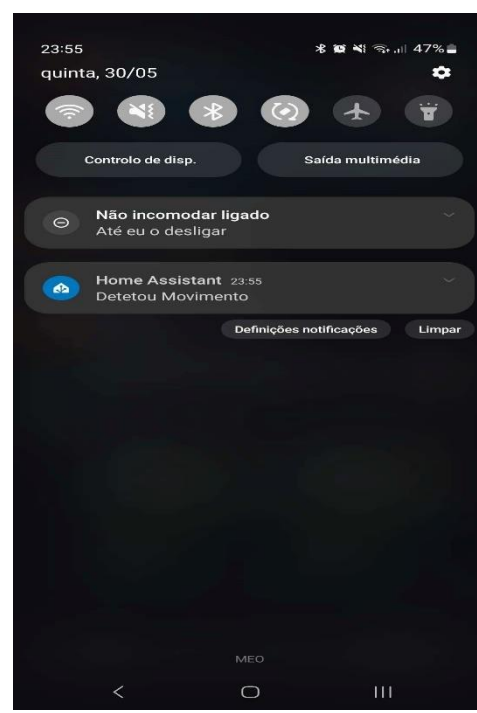


Figura 28 - Notificação "Sensor Porta"

5. Discussão de Resultados

A integração de sensores de movimento e sensores de portas aumentou a segurança da habitação. Os sensores de movimento detetam a presença de pessoas em áreas específicas, enquanto os sensores de portas monitorizam a abertura e o fecho de portas em tempo real. Essa monitorização remota permite que os utilizadores estejam sempre cientes do estado de segurança da sua residência, independentemente de onde estejam.

A interface intuitiva do Home Assistant facilitou a interação dos utilizadores com o sistema. O Home Assistant oferece uma interface gráfica intuitiva que permite configurar e controlar dispositivos de forma simples e eficiente. Os utilizadores podem adicionar e gerir dispositivos facilmente, criar automações personalizadas e visualizar o estado dos sensores e dispositivos em tempo real. O sistema mostrou-se responsivo e confiável, com tempos de resposta rápidos às mudanças no ambiente e aos comandos dos utilizadores.

A arquitetura do sistema foi projetada para garantir uma comunicação eficiente entre os dispositivos, minimizando o tempo de resposta. Durante os testes, o sistema respondeu prontamente a comandos de ligar/desligar luzes e ativar/desativar sensores de movimento. Além disso, a estabilidade do sistema foi mantida mesmo com a integração de múltiplos dispositivos, garantindo que todos os componentes funcionassem conforme o esperado.

6. Conclusão

O sistema de automação residencial desenvolvido até agora demonstrou ser uma solução viável e eficaz para melhorar o conforto e segurança utilizando componentes de baixo custo. A utilização de componentes de baixo custo e software de código aberto, como o Home Assistant, democratiza o acesso a tecnologias avançadas de automação, tornando-as acessíveis a um público mais amplo. A flexibilidade do sistema permite personalizações e adaptações contínuas, assegurando que ele possa evoluir conforme as necessidades e preferências dos utilizadores mudem. A escalabilidade garante que o sistema possa crescer e integrar novos dispositivos sem comprometer o desempenho, oferecendo uma solução duradoura e adaptável para a automação residencial.

7. Bibliografia

- Bó, J. R. (04 de 2011). Automação residencial: histórico, definições e conceitos. Obtido de https://www.osetoreletrico.com.br/wp-content/uploads/2011/04/Ed62_fasc_automacao_cap1.pdf
- Security, C. (2023). The Role of Home Automation in Energy Efficiency. Obtido de <https://callawaysecurity.com/the-role-of-home-automation-in-energy-efficiency/>
- X., E. (s.d.). What is home automation and how does it work? Obtido de <https://corporate.enelx.com/en/question-and-answers/what-is-home-automation>
- Young, D. (2023). The Benefits of a Home Automation System: How to Control Your Home from Anywhere. Obtido de <https://thehomeatlas.com/home-automation-system/>

Frederico Augusto dos Santos Branco
