

UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS  
BACHARELADO EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO

# Comparativo de soluções de controle integrado para IoT

Daniel Augusto Machado Baeta

JUIZ DE FORA  
DEZEMBRO, 2023

# Comparativo de soluções de controle integrado para IoT

DANIEL AUGUSTO MACHADO BAETA

Universidade Federal de Juiz de Fora  
Instituto de Ciências Exatas  
Departamento de Ciência da Computação  
Bacharelado em Ciência da Computação

Orientador: Eduardo Pagani Julio

JUIZ DE FORA  
DEZEMBRO, 2023

# COMPARATIVO DE SOLUÇÕES DE CONTROLE INTEGRADO PARA IOT

Daniel Augusto Machado Baeta

MONOGRAFIA SUBMETIDA AO CORPO DOCENTE DO INSTITUTO DE CIÊNCIAS EXATAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE JUIZ DE FORA, COMO PARTE INTEGRANTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE BACHAREL EM CIÊNCIA DA COMPUTAÇÃO.

Aprovada por:

Eduardo Pagani Julio  
Doutor em Ciência da Computação

Luciano Jerez Chaves  
Doutor em Ciência da Computação

Marcelo Ferreira Moreno  
Doutor em Informática

JUIZ DE FORA  
12 DE DEZEMBRO, 2023

## Resumo

Com o avanço da tecnologia e a interconexão de dispositivos inteligentes, a Internet das Coisas (IoT) tem o potencial de impactar diversos setores, desde casas inteligentes até cidades inteligentes. O presente trabalho busca conhecer e aplicar opções disponíveis no mercado para o controle de dispositivos inteligentes, buscando entender o conceito de IoT, integrar dispositivos em soluções e testar a viabilidade de soluções sem acesso à Internet. A opção proposta envolve a utilização das plataformas integradoras Alexa, Tuya Smart e Home Assistant. Foram selecionados dispositivos IoT, realizadas configurações e testes, e os resultados foram analisados para avaliar a eficácia das plataformas no âmbito da integração. O trabalho contribui para o entendimento dos desafios e possibilidades das plataformas integradoras na gestão de dispositivos IoT e na transformação digital de empresas e sociedade.

Palavras-chave: Internet das Coisas, Plataformas integradoras, Automação residencial

## **Abstract**

With the advancement of technology and the interconnection of smart devices, the Internet of Things (IoT) has the potential to impact various sectors, from smart homes to smart cities. This study aims to explore and apply available options in the market for controlling smart devices, seeking to understand the concept of IoT, integrate devices into solutions, and test the feasibility of solutions without Internet access. The proposed option involves the use of the integrating platforms Alexa, Tuya Smart, and Home Assistant. IoT devices were selected, configurations and tests were conducted, and the results were analyzed to assess the effectiveness of the platforms in the realm of integration. The study contributes to understanding the challenges and possibilities of integrating platforms in managing IoT devices and the digital transformation of companies and society.

Keywords: Internet of Things, Integration platforms, Home automation

## Agradecimentos

Aos meus pais, Ana Lúcia e Marco Aurélio, pelo encorajamento, apoio e paciência.

Aos meus irmãos, Guilherme e Miguel, pelo encorajamento e amizade.

A minha esposa Ana Carolina, por seu constante incentivo e apoio. Suas palavras de encorajamento, compreensão e presença ao longo deste período foram essenciais para superar os desafios.

Aos meus amigos que nunca me deixaram desistir.

Ao meu orientador, Eduardo Pagani Julio, pela orientação, paciência e ensinamentos, o qual tornou possível o desenvolvimento deste trabalho.

Por fim, agradeço a todos os docentes da UFJF, que contribuíram para minha formação pessoal e profissional

# Conteúdo

<b>Lista de Figuras</b>	<b>5</b>
<b>Lista de Tabelas</b>	<b>6</b>
<b>Lista de Abreviações</b>	<b>7</b>
<b>1 Introdução</b>	<b>8</b>
1.1 Apresentação do Tema . . . . .	8
1.2 Contextualização . . . . .	8
1.3 Descrição do Problema . . . . .	9
1.4 Motivação . . . . .	10
1.5 Objetivos . . . . .	10
<b>2 Fundamentação Teórica</b>	<b>12</b>
2.1 IoT . . . . .	12
2.2 Casas Inteligentes . . . . .	13
2.3 Plataformas Integradoras . . . . .	14
2.3.1 Home Assistant . . . . .	14
2.3.2 Alexa . . . . .	16
2.3.3 Tuya Smart . . . . .	17
2.4 Considerações Finais . . . . .	18
<b>3 Trabalhos Relacionados</b>	<b>20</b>
3.1 Automação residencial em construção civil . . . . .	20
3.2 Automação residencial com uso de Arduíno e IoT . . . . .	21
3.3 Home Assistant versus Hubitat . . . . .	22
3.4 Sistema de automação para piscicultura . . . . .	23
3.5 Automação e controle inteligente no processo de irrigação no cultivo da alface	24
3.6 Modelo genérico de automação . . . . .	24
3.7 Automação residencial e irrigação de jardins . . . . .	25
3.8 Considerações Finais . . . . .	26
<b>4 Materiais e Métodos</b>	<b>29</b>
4.1 Dispositivos Utilizados . . . . .	29
4.2 Cenários de Teste . . . . .	30
4.3 Implementação e Uso Prático . . . . .	31
4.3.1 Tuya Smart . . . . .	31
4.3.2 Alexa . . . . .	34
4.3.3 Home Assistant . . . . .	35
<b>5 Resultados</b>	<b>40</b>
<b>6 Conclusão</b>	<b>42</b>
<b>Bibliografia</b>	<b>44</b>

## Lista de Figuras

2.1	Arquitetura Home Assistant. . . . .	16
2.2	Arquitetura Alexa. . . . .	17
2.3	Arquitetura Home Assistant. . . . .	18
4.1	Sistema de Irrigação Automatizado . . . . .	31
4.2	Telas de controle Tuya Smart. . . . .	32
4.3	Automação no Tuya Smart. . . . .	33
4.4	Automações na Alexa. . . . .	35
4.5	Máquina virtual. . . . .	36
4.6	Tela de controle Home Assistant. . . . .	37
4.7	Automações no Home Assistant. . . . .	38

## Lista de Tabelas

3.1	Comparação entre os trabalhos relacionados . . . . .	28
4.1	Tempo de latência controle Tuya Smart . . . . .	33
4.2	Tempo de latência controle Alexa . . . . .	35
4.3	Tempo de latência controle Home Assistant . . . . .	39
5.1	Comparação Tempo de Latência . . . . .	41

## Lista de Abreviações

DCC	Departamento de Ciência da Computação
UFJF	Universidade Federal de Juiz de Fora
IoT	<i>Internet of Things</i>
ABINC	Associação Brasileira de Internet das Coisa
MIT	<i>Massachusetts Institute of Technology</i>
RFID	Identificação por Rádio Frequência
ITU	<i>Internacional Telecommunication Union</i>
ASK	<i>Alexa Skills Kit</i>
MQTT	<i>Message Queue Telemetry Transport</i>
IBM	<i>International Business Machines Corporation</i>
FCC	<i>Federal Communications Commission</i>

# 1 Introdução

## 1.1 Apresentação do Tema

A Internet das Coisas, também conhecida como IoT (do inglês, *Internet of Things*), é uma inovação tecnológica que possui uma ampla variedade de aplicabilidades, impactando pessoas e mercados. Com a possibilidade de conexão entre máquinas e dispositivos, bem como com os seres humanos, essa tecnologia cria redes maiores e mais fortes para o compartilhamento de informações, oferecendo muitas possibilidades que podem mudar a maneira como vivemos, trabalhamos, estudamos e nos divertimos (LARA et al, 2021).

A IoT permite conectar qualquer coisa à Internet, “suportando-se em protocolos estipulados por equipamentos de identificação de informações para proporcionar intercâmbio de informações e comunicações, com o propósito de conquistar reconhecimentos, posicionamento, rastreamento, monitoramento e administração inteligentes” (LARA et al, 2021, p. 126). Dispositivos “inteligentes” já estão disponíveis para o público geral, como carros, televisores, geladeiras, lâmpadas e tomadas. Entretanto, a administração de inúmeros dispositivos “inteligentes” por meio de diferentes plataformas pode ser um desafio, daí surge a necessidade de plataformas integradoras, soluções que permitem gerenciar e integrar diversos dispositivos inteligentes em uma única plataforma. Além disso, a dependência da Internet para o funcionamento dessas plataformas é uma preocupação a ser considerada.

## 1.2 Contextualização

Com a crescente popularidade de dispositivos inteligentes conectados à Internet, a IoT tem se tornado cada vez mais presente em nossas vidas. Com isso, surge a necessidade de gerenciamento e controle desses dispositivos de maneira centralizada e eficiente.

Uma das principais vantagens das plataformas integradoras de IoT é a capacidade de centralizar a administração de dispositivos em uma única plataforma, independente-

mente da fabricante ou do modelo do dispositivo. Isso permite que os usuários gerenciem facilmente toda a rede de dispositivos inteligentes, mesmo que sejam de diferentes fabricantes e possuam diferentes protocolos de comunicação.

As plataformas centralizadoras fornecem uma infraestrutura de gerenciamento e monitoramento para dispositivos inteligentes, permitindo a coleta, análise e compartilhamento de dados entre diferentes dispositivos e sistemas o que pode ajudar a identificar padrões e percepções importantes para a tomada de decisões estratégicas.

Essas plataformas são projetadas para integrar dispositivos e sistemas heterogêneos e oferecem recursos como autenticação, segurança, gerenciamento de configurações, monitoramento de desempenho e análise de dados, garantindo a privacidade e a integridade das informações.

### 1.3 Descrição do Problema

Com o crescente número de dispositivos IoT disponíveis no mercado, a tarefa de gerenciá-los e controlá-los tem se tornado cada vez mais desafiadora. Um problema que tem surgido é a diversidade de fabricantes e modelos de dispositivos, cada um com suas próprias interfaces de controle e configurações específicas. Isso significa que para cada dispositivo, muitas vezes é necessário utilizar um aplicativo específico fornecido pelo fabricante, o que pode resultar em uma infinidade de aplicativos para controlar dispositivos diferentes.

Essa diversidade de aplicativos pode gerar uma série de inconvenientes para os usuários, como dificuldade em encontrar o aplicativo certo para cada dispositivo, confusão com diferentes interfaces de usuário, e até mesmo problemas de compatibilidade. Além disso, o gerenciamento de múltiplos aplicativos pode ser uma tarefa trabalhosa e ineficiente, exigindo tempo e esforço adicionais para a configuração e manutenção dos dispositivos.

Assim, o problema de múltiplos fabricantes de dispositivos IoT resultando em múltiplos aplicativos de controle é uma questão relevante e atual, que pode impactar negativamente a usabilidade e eficiência de soluções baseadas em IoT.

## 1.4 Motivação

A diversidade de fabricantes e modelos, cada um com suas próprias interfaces de controle e configurações específicas, pode dificultar o gerenciamento e controle de dispositivos IoT de diferentes fabricantes, demandando múltiplos aplicativos de controle.

Nesse sentido, a busca por soluções integradoras tem se mostrado uma das principais tendências na área de IoT com a utilização destas plataformas é possível alcançar maior eficiência na gestão e controle de dispositivos inteligentes, bem como melhorar a qualidade dos serviços oferecidos aos usuários finais. Além disso, essas plataformas permitem o desenvolvimento de soluções mais complexas e sofisticadas, integrando diferentes tecnologias e sistemas em um único ambiente.

O estudo das plataformas integradoras de IoT é, portanto, de grande importância para a área, permitindo a compreensão dos desafios envolvidos no gerenciamento e controle de dispositivos IoT de diferentes fabricantes, bem como a avaliação das soluções disponíveis no mercado e o desenvolvimento de novas soluções. Com isso, é possível viabilizar o potencial da IoT na transformação digital de empresas e da sociedade como um todo, melhorando a eficiência, produtividade e qualidade de vida dos usuários.

## 1.5 Objetivos

Este trabalho tem como objetivo geral conhecer e aplicar algumas das opções disponíveis no mercado que utilizam o controle de dispositivos inteligentes como solução. Para tal, serão definidos objetivos específicos que visam entender o conceito de IoT, integrar dispositivos inteligentes em possíveis soluções e testar sua viabilidade sem acesso à Internet.

Será realizado um estudo sobre IoT e casas inteligentes, procurando entender as principais características e funcionalidades dessas tecnologias. Será feita a integração de dispositivos inteligentes em possíveis soluções, onde serão avaliadas as vantagens e desvantagens de cada abordagem e identificar as melhores práticas para a construção de soluções integradas. Será considerado também a viabilidade de soluções sem acesso à Internet, avaliando a capacidade de dispositivos inteligentes para funcionar de forma autônoma e sem conexão com a rede mundial de computadores.

---

Ao final deste estudo, espera-se ter uma visão mais abrangente e crítica sobre as opções disponíveis no mercado de soluções de controle integrado para IoT, podendo identificar as melhores opções para cada cenário e necessidade.

## 2 Fundamentação Teórica

Pesquisa feita pela Associação Brasileira de Internet das Coisas (ABINC) aponta crescimento de 18% nas conexões de dispositivos IoT comparando os anos de 2022 e 2023. O instituto prevê cerca de 41,76 Bilhões de dispositivos ativos conectados<sup>1</sup>. Para melhor compreensão sobre os assuntos tratados nesta monografia o capítulo foi organizado da seguinte forma. Na seção 2.1 são apresentados os conceitos básicos e evolução histórica dos dispositivos IoT, enquanto na seção 2.2 são caracterizadas as casas inteligentes, o que são automações residenciais e a necessidade de uma plataforma centralizadora. A seção 2.3 define o que são plataformas centralizadoras e introduz a plataforma escolhida para elaboração do presente trabalho. Por último, a seção 2.4 exhibe as considerações finais do capítulo.

### 2.1 IoT

O termo Internet das coisas, foi utilizado pela primeira vez no ano de 1999 por Kevin Ashton pioneiro da tecnologia britânica que fundou o *Auto-ID Center* no *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), durante um evento sobre a tecnologia de identificação por rádio frequência (RFID). Segundo a *Internacional Telecommunication Union* (ITU), a IoT é uma infraestrutura de conectividade, física ou virtual, global entre dispositivos baseada em protocolos de comunicação padrão e inter operáveis.

A evolução das tecnologias de redes móveis foi essencial para a expansão da IoT, e foi classificada em cinco gerações pela FCC (Federal Communications Commission)<sup>2</sup>.

A primeira geração eliminou a necessidade de utilização de cabos para comunicação, permitindo somente chamadas analógicas de voz.

Na segunda geração a rede analógica é substituída por uma rede digital, permitindo uma qualidade melhor nas ligações e a novidade é a implementação de envio e

---

<sup>1</sup><https://abinc.org.br/seguranca-em-iot-desafios-e-estrategias-de-protecao-no-mundo-conectado/>

<sup>2</sup><https://www.fcc.gov/5g-faqs>

recebimento de mensagens de texto e multimídia<sup>1</sup>.

Na terceira geração é habilitado o acesso à Internet móvel completo, acesso a sites, e-mails e também vídeo chamadas. Com velocidades de até 2 mbps foi classificada como a primeira geração de Internet móvel com banda larga de velocidade.

A quarta geração com velocidades de até 100 mbps possibilita *streaming* de vídeos em alta resolução, jogos online vídeo conferência e outros recursos de alta velocidade definida pela Agência Brasil<sup>2</sup>.

A quinta geração poderá oferecer velocidades até 100 vezes mais rápidas que a geração anterior e com tempo de resposta quase zero permitirá a expansão da IoT ampliando a utilização de tecnologias inovadoras como a telemedicina, onde um cirurgião poderá realizar um procedimento cirúrgico a distância com seus movimentos sendo executados instantaneamente por robôs, carros autônomos que utilizarão uma combinação de sensores conectados à Internet, realidade virtual, *streaming* de vídeos em ultra resolução etc<sup>1</sup>.

Com sua atual expansão, é possível dizer que a IoT é uma tecnologia que se pretende onipresente na sociedade, de forma a nos auxiliar a qualquer tempo e espaço conectando o mundo físico ao mundo digital (AMARAL; JULIANI; BETTIO, 2021).

## 2.2 Casas Inteligentes

Com o avanço da tecnologia e o estilo de vida acelerado da sociedade moderna, a procura por soluções que tornem o cotidiano mais fácil e conveniente tem aumentado consideravelmente. A automação residencial deixou de ser um objeto de luxo e entretenimento para se tornar um elemento de conforto, segurança e praticidade.

Uma casa inteligente é caracterizada pela presença de vários dispositivos, sistemas e sensores que podem ser gerenciados, monitorados e controlados remotamente por meio de uma rede de comunicação (BUGEJA; JACOBSSON; DAVIDSSON, 2016). Essas tecnologias são capazes de integrar sistemas de iluminação, climatização, segurança, entre outros, permitindo que os moradores controlem e monitorem esses sistemas por meio de

---

<sup>1</sup><https://www.fcc.gov/5g-faqs>

<sup>2</sup><https://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2021-04/leilao-do-5g-entenda-o-que-vem-por-ai-e-conheca-novidades>

dispositivos móveis, *tablets* ou computadores.

As casas inteligentes geralmente possuem uma central de automação, que é responsável por gerenciar e controlar os diversos dispositivos e sistemas presentes na residência. Essa central pode ser programada de acordo com as necessidades e preferências dos moradores (EL-AZAB, 2021), permitindo, por exemplo, que as luzes sejam acionadas automaticamente quando uma pessoa entra em um cômodo, ou que a temperatura do ar-condicionado seja ajustada de acordo com a hora do dia.

A integração desses dispositivos em uma única plataforma é essencial para o funcionamento adequado da casa inteligente, uma vez que cada dispositivo pode ser controlado através de um aplicativo ou *software* diferente, o que pode ser confuso e ineficiente para o usuário (ANTICÍ; PAPP, 2020).

## 2.3 Plataformas Integradoras

As plataformas integradoras são sistemas que visam facilitar a conexão e comunicação entre diferentes dispositivos e serviços. Com a crescente popularização de dispositivos IoT e a conseqüente diversidade de protocolos de comunicação, a necessidade de plataformas integradoras tornou-se ainda mais evidente. Essas plataformas atuam como intermediárias entre os dispositivos e os serviços, permitindo que diferentes tipos de dispositivos possam se comunicar entre si e com os serviços de nuvem, por exemplo.

As plataformas integradoras desempenham um papel crucial na criação de soluções IoT mais acessíveis e fáceis de implementar, além de serem fundamentais para permitir a integração de dispositivos inteligentes em casas inteligentes, edifícios comerciais e fábricas. Com o uso de plataformas integradoras, a complexidade da comunicação entre diferentes dispositivos é reduzida, possibilitando a criação de soluções mais eficientes e escaláveis.

### 2.3.1 Home Assistant

Home Assistant<sup>1</sup> é uma plataforma de automação residencial de código aberto que permite controlar, automatizar e monitorar uma variedade de dispositivos e sistemas de diferentes

---

<sup>1</sup><https://www.home-assistant.io/>

marcas em uma casa inteligente. Ela é executada em um servidor local, o que torna possível a utilização sem conexão com a Internet.

O Home Assistant oferece recursos avançados de automação, permitindo criar regras para que os dispositivos interajam entre si, de forma a otimizar a rotina do usuário e melhorar a experiência de uso. Além disso, ele permite a criação de painéis de controle personalizados para visualização e gerenciamento dos dispositivos.

Uma das principais vantagens do Home Assistant é a sua flexibilidade e adaptabilidade, pois ele pode ser instalado em diferentes plataformas de *hardware* como *Raspberry Pi* e Arduíno, ou em sistemas operacionais conhecidos como Linux, MacOS e Windows através de uma máquina virtual. Ele também possui integração com outras plataformas de automação residencial, como Alexa, Google Assistant e Apple HomeKit.

A figura 2.1 mostra o modelo de arquitetura de comunicação utilizado pelo Home Assistant. A interface de usuário baseada na web proporciona aos usuários controle sobre dispositivos, visualização do estado da casa e criação de automações. As integrações são componentes separados que possibilitam a comunicação com diferentes tipos de dispositivos ou serviços.

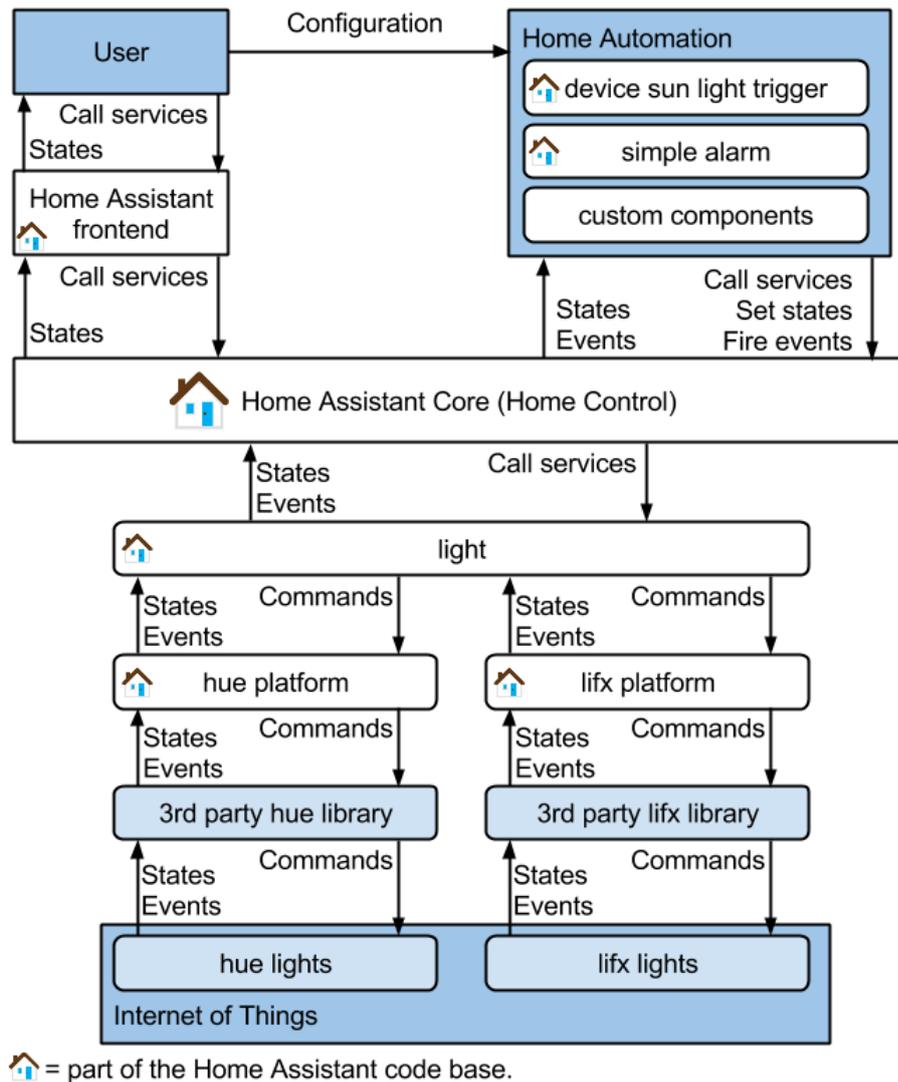


Figura 2.1: Arquitetura Home Assistant.

### 2.3.2 Alexa

A Alexa, da Amazon, vai além de ser uma assistente virtual para tornar-se uma plataforma integradora em um ecossistema conectado. Ao usar a voz como interface, a Alexa permite que os usuários controlem uma variedade de dispositivos inteligentes, reproduzam música, obtenham informações em tempo real e até mesmo criem rotinas personalizadas.

O Alexa Skills Kit (ASK)<sup>1</sup> possibilita o desenvolvimento de habilidades personalizadas, expandindo as funcionalidades da Alexa para atender às necessidades específicas dos usuários. Além disso, a Alexa pode ser integrada a outros dispositivos e serviços, oferecendo uma experiência mais ampla e conectada.

A imagem 2.1 mostra o modelo de arquitetura de comunicação utilizado pelo

<sup>1</sup><https://developer.amazon.com/en-US/docs/alexa/ask-overviews/what-is-the-alexa-skills-kit.html>

Home Assistant. A interface de usuário baseada na web proporciona aos usuários controle sobre dispositivos, visualização do estado da casa e criação de automações. As integrações são componentes separados que possibilitam a comunicação com diferentes tipos de dispositivos ou serviços.

A comunicação entre dispositivos e a nuvem da Amazon geralmente ocorre usando protocolos padrão da web, como mostra a figura 2.2. A Amazon Alexa Cloud processa comandos de voz, gerencia o estado dos dispositivos e coordena a execução de habilidades. O aplicativo Alexa fornece uma interface de usuário para configurar dispositivos, gerenciar habilidades e acessar configurações da Alexa.

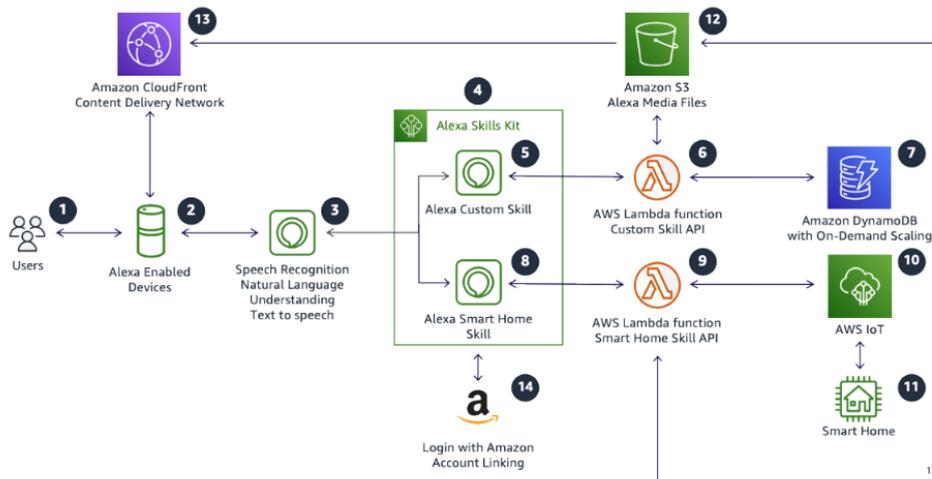


Figura 2.2: Arquitetura Alexa.

### 2.3.3 Tuya Smart

O Tuya Smart<sup>2</sup> destaca-se como uma plataforma abrangente dedicada à automação residencial, oferecendo um ecossistema diversificado para dispositivos inteligentes. Desenvolvido pela Tuya, a plataforma fornece soluções para fabricantes, desenvolvedores e usuários finais, facilitando a criação, conexão e gerenciamento eficiente de dispositivos IoT.

Central para a experiência Tuya Smart está o aplicativo homônimo, que permite aos usuários controlar uma ampla variedade de dispositivos inteligentes diretamente de seus dispositivos móveis. A plataforma suporta uma ampla gama de dispositivos, incluindo lâmpadas, câmeras, termostatos, sensores e eletrodomésticos, proporcionando

<sup>2</sup><https://www.tuya.com/about>

uma experiência integrada em uma casa inteligente.

A versatilidade do Tuya Smart se reflete na sua capacidade de integração com assistentes virtuais populares, como Amazon Alexa e Google Assistant. Isso possibilita o controle por voz e a criação de cenários personalizados, permitindo uma interação intuitiva com os dispositivos conectados.

A plataforma oferece também recursos avançados de automação. Os usuários podem criar rotinas personalizadas, programações e cenas para otimizar o funcionamento dos dispositivos de acordo com suas preferências. Essa flexibilidade contribui para uma experiência personalizada e eficiente.

O aplicativo Tuya Smart, atuando como cliente, proporciona uma interface para os usuários controlarem e monitorarem dispositivos conectados à plataforma. Como vemos na figura 2.3 Os servidores na Tuya Cloud gerenciam autenticação, autorização, e facilitam a comunicação entre dispositivos e o aplicativo. Além disso, armazenam dados de configuração e preferências do usuário. A comunicação entre o aplicativo e a nuvem, bem como entre a nuvem e os dispositivos, é realizada por APIs (Interfaces de Programação de Aplicações). Essas APIs possibilitam a integração de dispositivos e funcionalidades em outros aplicativos ou serviços.

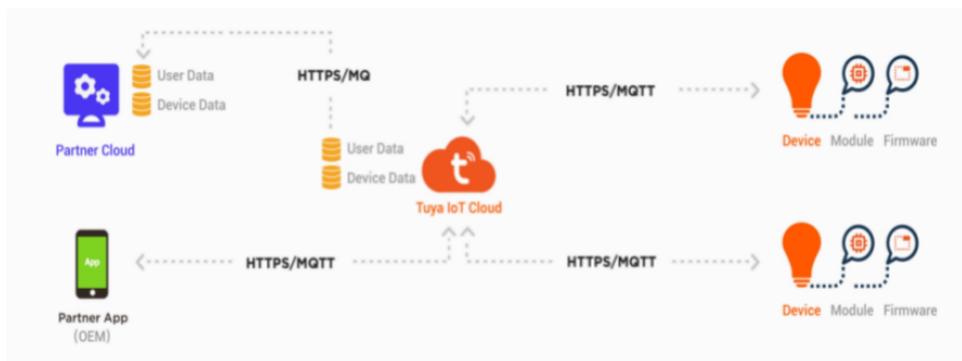


Figura 2.3: Arquitetura Home Assistant.

## 2.4 Considerações Finais

A Internet das Coisas é uma tecnologia que está em constante evolução e tem um grande potencial para transformar diversos setores, desde a saúde até a indústria. A automação residencial, por sua vez, vem se tornando cada vez mais comum e acessível, trazendo

---

mais conforto, praticidade e segurança para as pessoas. No entanto, para que a automação residencial seja eficiente e fácil de usar, é fundamental que haja integração entre os dispositivos e sistemas presentes na casa inteligente, o que pode ser feito por meio de plataformas integradoras. Essas plataformas desempenham um papel crucial ao permitir a interoperabilidade e o gerenciamento eficiente dos dispositivos, simplificando a interação do usuário e possibilitando a automação de rotinas cotidianas. Com o desenvolvimento contínuo dessas plataformas, é possível que a automação residencial se torne ainda mais acessível e comum, tornando a vida das pessoas mais fácil e conveniente.

## 3 Trabalhos Relacionados

Este capítulo apresenta uma revisão dos trabalhos relacionados à implementação de plataformas integradoras de dispositivos IoT. Nas seções de 3.1 a 3.8, são apresentados estudos com diferentes abordagens e soluções para integração de dispositivos inteligentes. Esses trabalhos exploram diversas áreas, como automação residencial, segurança, eficiência energética, entre outras. A seção 3.9 realiza uma comparação entre os trabalhos, ressaltando suas principais características, funcionalidades e limitações. O intuito de apresentá-los é mostrar a diversidade de marcas e dispositivos IoT presentes no mercado atual que indica a demanda crescente pela utilização de plataformas de controle integradoras.

### 3.1 Automação residencial em construção civil

O artigo de (SILVA; PINHEIRO; MIRANDA, 2022) apresenta um estudo sobre as vantagens e desvantagens da automação residencial em uma obra de residência na cidade de Manaus/AM. O estudo aborda a integração dos serviços e tecnologias aplicados aos imóveis residenciais, bem como os benefícios relacionados à segurança, proteção, comunicação, gerenciamento da iluminação e conforto proporcionados pela automação residencial. Também são mencionados os conceitos e normas relacionados ao uso da automação em obras de construção civil.

A automação foi implantada em uma residência em construção, com os projetos de automação sendo compatibilizados com os projetos elétrico e luminotécnico. A quantidade de equipamentos de comando foi determinada pela contagem de circuitos de iluminação, iluminação natural, dispositivos de vídeo e ar-condicionado.

Foram instalados interruptores inteligentes e conduítes de acordo com as normas. Comparando as planilhas de custos, a implantação do sistema automatizado apresentou uma redução de custos de 20%. Isso resultou em uma economia de R\$ 6.000,00 na infraestrutura da obra, considerando o tempo de trabalho da equipe e os equipamentos instalados.

No artigo, (SILVA; PINHEIRO; MIRANDA, 2022) destaca que a automação residencial proporciona melhorias na segurança, proteção, comunicação, gerenciamento da iluminação e conforto nas tarefas cotidianas. Também menciona a eficiência energética, a possibilidade de monitorar a utilização de energia e as facilidades de acesso a portadores de necessidades especiais. Além disso, ressalta que a implantação durante a construção permite realizar ajustes e mudanças no projeto de forma mais fácil.

O trabalho não menciona explicitamente pontos negativos. Contudo, a automação residencial, de maneira geral, pode enfrentar alguns problemas durante sua implementação e utilização. Um dos problemas comuns é a incompatibilidade entre dispositivos e sistemas de automação, o que pode dificultar a integração e configuração do sistema. Além disso, a confiabilidade do sistema pode ser afetada por problemas de conectividade, falhas de rede ou quedas de energia, comprometendo o funcionamento adequado dos dispositivos automatizados. A complexidade da operação é outro desafio, já que a configuração e operação dos sistemas de automação residencial exigem conhecimento técnico, o que pode ser um obstáculo para usuários menos familiarizados com a tecnologia. A segurança também é uma preocupação, uma vez que os dispositivos conectados à Internet estão sujeitos a ataques cibernéticos, podendo comprometer a privacidade e os dados pessoais dos usuários. Além disso, a manutenção e o suporte técnico podem se tornar desafiadores, envolvendo atualizações de software, substituição de dispositivos defeituosos e resolução de problemas técnicos que podem exigir assistência profissional ou conhecimentos especializados.

## 3.2 Automação residencial com uso de Arduíno e IoT

A pesquisa de (CAMARGOS et al., 2022) consiste na criação de uma maquete residencial automatizada utilizando o conceito de Domótica, que integra várias áreas do conhecimento para automatizar tarefas no ambiente residencial. Foram utilizadas tecnologias digitais, como o Arduíno e a IoT, para controlar os dispositivos da maquete remotamente por meio de um aplicativo no *smartphone*. Alguns dos dispositivos incluídos foram sensores de presença, sensor de chuva, sensor de umidade e temperatura, teclado alfanumérico, cortina, portão da garagem, iluminação e área de lazer com ofurô e resistência elétrica.

A comunicação entre o Arduíno e o *software* Blynk foi estabelecida, e a pro-

gramação específica para cada cômodo da maquete foi implementada conforme proposto. O produto educacional final demonstrou funcionalidade e possibilitou a automação das tarefas do dia a dia em uma residência.

A maquete demonstrou uma forma prática e visual de aprender conceitos complexos, como IoT e automação residencial, auxiliando no entendimento dos alunos. A automação dos dispositivos na maquete proporcionou maior praticidade, segurança e comodidade para os usuários, simulando os benefícios que a automação residencial pode oferecer.

O uso do Arduíno e de outros componentes pode apresentar algumas limitações em termos de conectividade, recursos e escalabilidade. O uso de microcontroladores mais avançados, como o ESP32 ou o Raspberry Pi, poderia oferecer mais recursos e possibilidades. O projeto não abordou a implementação de dispositivos de segurança, como câmeras, alarmes e reconhecimento por voz, que são elementos importantes em uma residência automatizada.

### **3.3 Home Assistant versus Hubitat**

O projeto de (FERREIRA, 2022) busca explorar os conceitos da Internet das Coisas e das casas inteligentes, com foco na integração desses conceitos. Foram analisados dois sistemas: Home Assistant e Hubitat. A pesquisa envolveu a comparação das documentações e funcionalidades desses sistemas, levando em consideração aspectos como simplicidade, interface do usuário, automatização e compatibilidade com diferentes dispositivos. A pesquisa também enfrentou algumas limitações, como a dificuldade de encontrar documentos ou estudos de comparação entre os sistemas Home Assistant e Hubitat, bem como a falta de documentação aprofundada sobre o sistema Hubitat devido ao seu caráter de código-fonte fechado.

Após a realização dos testes e análises, foram apresentados alguns pontos de reflexão para os usuários que desejam escolher entre os sistemas Home Assistant e Hubitat. O sistema Hubitat demonstrou simplicidade na configuração e automatização de dispositivos inteligentes. Por outro lado, o sistema Home Assistant se destacou pela compatibilidade com dispositivos de diversos fabricantes e pelo desenvolvimento de in-

tegrações e extensões por meio da comunidade do Home Assistant. Ambos os sistemas oferecem recursos interessantes para casas inteligentes, como o desenvolvimento de um sistema operacional e o objetivo de proporcionar conforto ao usuário.

### **3.4 Sistema de automação para piscicultura**

No projeto, (JUNIOR, 2019) tiveram como objetivo desenvolver um sistema computacional inovador, escalável e de baixo custo para o monitoramento da qualidade da água em viveiros de piscicultura. O sistema utiliza a plataforma Arduino UNO, que suporta diversos sensores, como de monitoramento de fluoreto, nitrato, oxigênio dissolvido, clorofila, condutividade elétrica, entre outros. A proposta é criar um sistema modular, permitindo a adaptação de diferentes sensores de acordo com a necessidade e a espécie de peixe monitorada. Além disso, o sistema é automatizado, possibilitando a coleta de dados em tempo real e em qualquer lugar, facilitando o trabalho do piscicultor no gerenciamento e tomada de decisões.

O estudo realizado demonstrou condições favoráveis para a implementação do sistema computacional proposto. Através de uma abordagem exploratória, foi possível verificar a viabilidade e eficiência do sistema, permitindo aos pesquisadores obter um melhor entendimento das condições ambientais do viveiro de peixes. O sistema de monitoramento em tempo real forneceu informações físico-químicas relevantes para a piscicultura, como temperatura da água, pH, turbidez, entre outros. Essas informações são essenciais para o monitoramento constante e controle do ambiente de criação dos peixes.

O projeto oferece baixo custo inicial em comparação com sistemas prontos disponíveis no mercado, possibilidade de escalabilidade, podendo adicionar novos sensores e atuadores ao sistema conforme necessário, automação do processo de coleta de informações, permitindo um monitoramento contínuo e em tempo real e facilidade de uso e programação da plataforma Arduino UNO. Foi demonstrado potencial para melhorar o gerenciamento da piscicultura, auxiliando na tomada de decisões e otimizando o processo de criação de peixes.

Em contrapartida há limitações na precisão e sensibilidade dos sensores utilizados, necessidade de calibração e manutenção periódica dos sensores para garantir a confiabili-

dade dos dados e dependência de energia elétrica para o funcionamento do sistema, o que pode ser um desafio em algumas áreas rurais ou em casos de quedas de energia.

### **3.5 Automação e controle inteligente no processo de irrigação no cultivo da alface**

O projeto de (NOBRE; MOURA, 2023) consiste na implementação de um sistema de automação de irrigação para o cultivo de alface. Sensores foram utilizados para monitorar a umidade do solo em tempo real, e com base nesses dados, um sistema de controle automatizado foi desenvolvido para regular a irrigação de forma precisa e eficiente. O objetivo era garantir que os níveis de umidade do solo permanecessem dentro de limites adequados para o crescimento saudável da alface.

Após a implementação do sistema de automação de irrigação, foram realizados testes e coletados dados ao longo de um período determinado. Os resultados obtidos mostraram uma melhora significativa em relação ao método tradicional de irrigação manual. A automação permitiu um controle mais preciso e personalizado da irrigação, mantendo os níveis de umidade do solo dentro de faixas ideais, o que resultou em um crescimento mais saudável e uniforme das plantas de alface. Além disso, o sistema automatizado contribuiu para economia de água, evitando o desperdício com irrigações desnecessárias.

O trabalho aponta, entretanto, que o custo inicial de implementação do sistema de automação de irrigação pode ser alto, incluindo a aquisição dos sensores e equipamentos necessários. Há também dependência de energia elétrica para alimentar o sistema de automação, o que pode ser uma limitação em áreas com falta de eletricidade ou acesso instável à rede elétrica e a possibilidade de falhas ou problemas técnicos no sistema automatizado exigem manutenção e monitoramento adequados.

### **3.6 Modelo genérico de automação**

O projeto descrito no trabalho acadêmico, feito por (SILVA, 2019), consiste na utilização do Home Assistant e do NodeMCU para criar um modelo genérico de automação moderna

em um ambiente residencial. O objetivo principal é controlar a iluminação do ambiente por meio do NodeMCU, integrando-o ao Home Assistant, plataforma de automação residencial.

O NodeMCU é um dispositivo baseado no chip microcontrolador ESP8266, que permite a conexão com a Internet e possui recursos de comunicação sem fio, tornando-o adequado para aplicações de automação residencial. O Home Assistant é uma plataforma de automação de código aberto que suporta uma ampla variedade de dispositivos e serviços.

O circuito foi construído e testado em uma placa perfurada, facilitando as conexões entre o NodeMCU e os periféricos. Testes funcionais foram realizados para simular um ambiente de infraestrutura de má qualidade e com falhas, como quedas de energia e problemas de instabilidade na rede. Após testar várias versões do software em um ambiente caótico, o dispositivo foi colocado em um cenário real, controlando a iluminação de um quarto. Durante aproximadamente dois meses de uso, o dispositivo mostrou-se confiável e não apresentou falhas de funcionamento. Foram definidas algumas automações, como ligar a luz todos os dias às 7h da manhã, desligar a luz às 7:15h da manhã e desligar a luz caso o status de rastreamento mude de "home" para "not\_home".

O projeto oferece uma alternativa confiável para construir automações residenciais robustas, integrando o NodeMCU ao Home Assistant. Os testes funcionais em condições de falhas e instabilidades mostraram que o dispositivo é capaz de lidar com essas situações e continuar operando corretamente.

Poucos trabalhos abordam soluções robustas para uma plataforma utilizando NodeMCU, MQTT e Home Assistant, o que pode limitar a disponibilidade de recursos e suporte. Melhorias podem ser feitas no projeto, como implementar um componente dedicado para o Home Assistant e adicionar funcionalidades para controlar outros dispositivos além de lâmpadas.

### **3.7 Automação residencial e irrigação de jardins**

O projeto de (VOLKMANN, 2022) consiste na implementação de um sistema para o controle da irrigação e iluminação de jardins, por meio de um aplicativo de celular. O

objetivo é criar uma solução que integre o controle de irrigação com a automação residencial, proporcionando aos usuários maior comodidade e eficiência no cuidado de seus jardins. O sistema é composto por componentes como aspersores, válvulas, sensores de umidade, luminosidade e temperatura, além de módulos de relés, ESP32 e um aplicativo para celular.

Após a implementação e instalação do sistema de controle da irrigação e iluminação de jardins, foram obtidos os seguintes resultados. Uma pesquisa realizada com os usuários do sistema revelou que a usabilidade da interface do aplicativo foi considerada satisfatória, com a maioria dos usuários atribuindo nota 4. No entanto, foi identificado um ponto negativo relacionado ao consumo de bateria do aplicativo em segundo plano.

Em relação à eficiência do sistema, foi realizada uma comparação do estado do gramado antes e depois da ativação do modo automático de irrigação. Após 60 dias de uso, observou-se uma melhora significativa na aparência do gramado, indicando que o sistema foi capaz de fornecer a umidade necessária para o seu desenvolvimento.

Quanto aos modos automáticos de luminosidade e irrigação, testes foram realizados para verificar o seu funcionamento. O controle de iluminação foi avaliado de forma positiva pelos usuários, pois operou conforme o esperado, contribuindo para a beleza do jardim durante a noite. No entanto, o controle de irrigação recebeu notas baixas, devido ao *setpoint* de umidade selecionado estar acima do necessário e a algumas oscilações nos valores de umidade lidos pelos sensores, resultando em um excesso de irrigação.

Além disso, foi constatado que o sistema foi capaz de ler a temperatura ambiente conforme o esperado. Os testes de acionamento manual dos setores de irrigação e iluminação também obtiveram resultados satisfatórios, demonstrando a funcionalidade adequada dessas características.

### 3.8 Considerações Finais

Neste capítulo, foram explorados trabalhos que aplicam a Internet das Coisas (IoT) em diferentes contextos, como agricultura, automação residencial, piscicultura e paisagismo. Por meio desses estudos, foi possível compreender como a integração de dispositivos conectados à Internet está revolucionando tais áreas e trazendo benefícios significativos em

termos de eficiência, sustentabilidade e qualidade de vida.

No contexto da agricultura, a IoT desempenha um papel fundamental na promoção da agricultura de precisão, permitindo a monitoração remota de variáveis ambientais, o controle automatizado de sistemas de irrigação e a otimização do uso de fertilizantes e pesticidas. Isso resulta em melhorias na produtividade, redução de custos e minimização dos impactos ambientais.

No âmbito da automação residencial e paisagismo, a IoT possibilita o controle inteligente de diversos dispositivos e sistemas em uma casa, oferecendo maior comodidade, segurança e eficiência energética. Através da interconexão e da capacidade de monitorar e controlar remotamente os dispositivos, é possível gerenciar iluminação, temperatura, segurança, eletrodomésticos e até mesmo sistemas de entretenimento, melhorando a experiência do usuário.

No setor da piscicultura, a aplicação da IoT tem permitido o monitoramento constante e em tempo real das condições dos tanques de criação, como temperatura, qualidade da água e níveis de oxigênio. Com isso, os piscicultores podem adotar medidas proativas para garantir um ambiente saudável para os peixes, prevenir doenças e maximizar a produção de forma sustentável.

A Tabela 3.1 traz uma análise comparativa dos trabalhos relacionados desta pesquisa mostrando algumas de suas características principais: Objeto de estudo, hardware, software e resultados encontrados. A partir dela, nota-se que o uso de plataformas de código aberto, como Arduino e Raspberry Pi, é comum em projetos de automação residencial e outras áreas, permitindo maior flexibilidade e personalização. Além disso, softwares como Blynk e Home Assistant são empregados para criar interfaces intuitivas.

Os trabalhos refletem a importância de considerar as necessidades e características específicas de cada contexto. Por exemplo, a escolha de hardware e software pode variar dependendo do ambiente (residencial, agrícola, etc.) e dos objetivos do projeto.

Tabela 3.1: Comparação entre os trabalhos relacionados

Referência	Ano	Objeto de Estudo	Hardware	Software	Resultados
(SILVA; NHEIRO; MIRANDA, 2022)	2022	Residencial	Próprio	Próprio	Melhorias na segurança, proteção, comunicação, gerenciamento da iluminação e conforto
(CAMARGOS et al., 2022)	2022	Residencial	Arduíno	Blynk	Integração interdisciplinar
(FERREIRA, 2022)	2022	Residencial	Raspberry Pi 3 Model B+	Home Assistant	Reflexões sobre as escolhas entre os sistemas Home Assistant e Hubitat
(JUNIOR, 2019)	2019	Piscicultura	Arduino	Não especificado	Viabilidade e eficiência do sistema com monitoramento em tempo real
(NOBRE; MOURA, 2023)	2022	Agricultura	Arduino Mini	Pro Próprio	Melhoria na saúde e crescimento das plantas de alface
(SILVA, 2019)	2019	Residencial	Raspberry model B	Pi Home Assistant	Funcionamento confiável do dispositivo em um ambiente real
(VOLKMANN, 2022)	2022	Paisagismo	NodeMCU 32	MQTT	Melhora significativa na aparência do gramado e controle de iluminação contribuiu para a melhora estética do pátio durante a noite

Em todos esses contextos, fica evidente que a IoT está impulsionando a transformação digital e oferecendo novas oportunidades. À medida que avançamos para um futuro cada vez mais conectado, espera-se que a IoT continue a desempenhar um papel crucial em diversas áreas, trazendo soluções inovadoras, melhorando processos e aprimorando a qualidade de vida.

## 4 Materiais e Métodos

Este capítulo descreve os materiais utilizados no projeto, como dispositivos e sensores IoT, e os métodos empregados para integrá-los e controlá-los por meio de plataformas de automação residencial.

### 4.1 Dispositivos Utilizados

Os elementos abaixo foram escolhidos tanto por suas características únicas quanto por serem provenientes de fabricantes diferentes. Essa diversidade não apenas enriquece a experiência de automação residencial, mas também desafia as plataformas integradoras escolhidas, testando suas capacidades de integrar dispositivos de origens diversas.

1. Motor para persiana Tuya WiFi TM616EDWT: Este dispositivo permite o controle remoto da persiana, sendo capaz de integrar-se a plataformas de automação residencial para automatizar seu funcionamento com base em horários ou comandos de voz.
2. Interruptor inteligente de monitoramento de temperatura e umidade Sonoff THR320D: Utilizado para monitorar as condições ambientais, este interruptor inteligente se integra a sistemas de automação para acionar dispositivos com base em parâmetros de temperatura e umidade.
3. Sensor de umidade do solo MS01: Essencial para o sistema de irrigação, este sensor fornece dados sobre a umidade do solo, permitindo que o sistema seja ativado automaticamente quando necessário.
4. Câmera de segurança Tapo C100: Uma câmera IoT que possibilita o monitoramento em tempo real e a integração com automações, como acionamento de luzes ou gravação baseada em detecção de movimento.

5. Lâmpada Inteligente Steck SMCI4BS2: Uma lâmpada IoT que pode ser controlada remotamente e integrada a automações para otimizar o consumo de energia.

## 4.2 Cenários de Teste

A fundamentação prática da automação residencial foi explorada com a aplicação da metodologia experimental, que consiste na criação de um experimento controlado para coleta de dados. Essa metodologia foi escolhida para avaliar a eficácia das plataformas integradoras analisadas.

Para garantir uma avaliação abrangente da eficácia das plataformas propostas, foram elaborados três cenários de teste, cada um projetado para explorar funcionalidades específicas e desafiar as capacidades integrativas das plataformas escolhidas.

1. Controle Inteligente da Persiana:

Este cenário visa verificar a capacidade das plataformas em permitir o controle da persiana de maneira inteligente. Foram testadas as funcionalidades de comandos de voz, bem como a execução de automações baseadas em horários predefinidos para abrir ou fechar a cortina. Este teste não apenas avaliou a resposta direta aos comandos, mas também a capacidade das plataformas de integrar-se a dispositivos de controle motorizado.

2. Sistema de Irrigação Automatizado:

Focado na automação do sistema de irrigação, este cenário testou a capacidade das plataformas em integrar o sensor de umidade do solo para acionar o sistema de irrigação quando necessário. Além do controle via aplicativo, foram exploradas as opções de automação para garantir que o uso da água fosse otimizado com base nas leituras do sensor.



Figura 4.1: Sistema de Irrigação Automatizado

### 3. Monitoramento de Segurança:

Avaliou-se a capacidade das plataformas de permitir o monitoramento em tempo real da câmera de segurança via aplicativo. Além disso, foram exploradas automações que acionam a lâmpada IoT e iniciam a gravação com base na detecção de movimento, proporcionando uma resposta ativa a eventos de segurança.

## 4.3 Implementação e Uso Prático

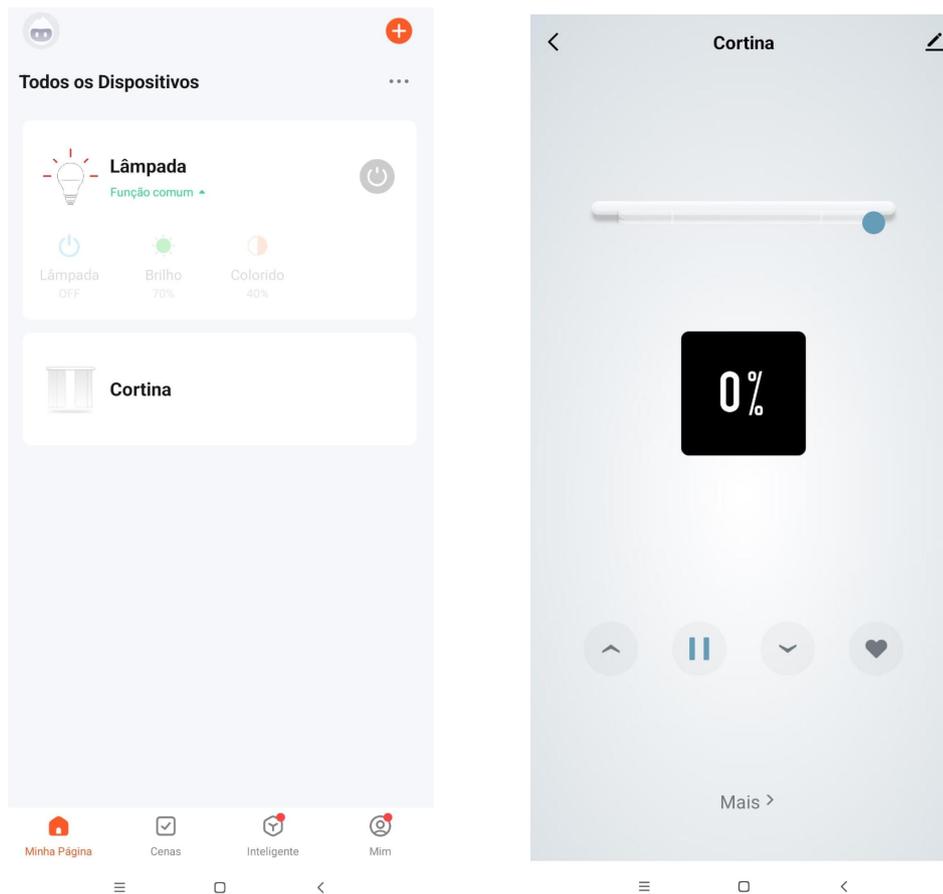
Esta seção detalha a execução prática do projeto, enfocando a implementação dos dispositivos escolhidos e os cenários de teste na utilização das plataformas integradoras selecionadas. Ao longo desta subseção, serão narrados os passos seguidos na configuração dos dispositivos, as integrações possíveis com as plataformas escolhidas e o tempo de latência para ativação de cada cenário.

### 4.3.1 Tuya Smart

Para começar a utilizar o Tuya Smart, foi necessário apenas baixar o aplicativo no celular.

## Integração

As integrações disponíveis foram para o motor da persiana e a lâmpada. A integração foi realizada via *bluetooth*, utilizando o menu de adição de dispositivos para ambos. Para o motor, foi habilitado o controle de abrir, fechar, parar, definição de limites superior e inferior, e a exibição da porcentagem da persiana aberta. Em relação à lâmpada, o controle de ligar, desligar, ajuste de brilho e cor da luz.



(a) Tela de dispositivos.

(b) Cortina.

Figura 4.2: Telas de controle Tuya Smart.

## Automação

A seção de automação no aplicativo é chamada de cena. Foram criadas duas cenas para o controle inteligente da persiana: a primeira para abri-la às 8h se estiver fechada, e a segunda para fechá-la às 22h se estiver aberta.

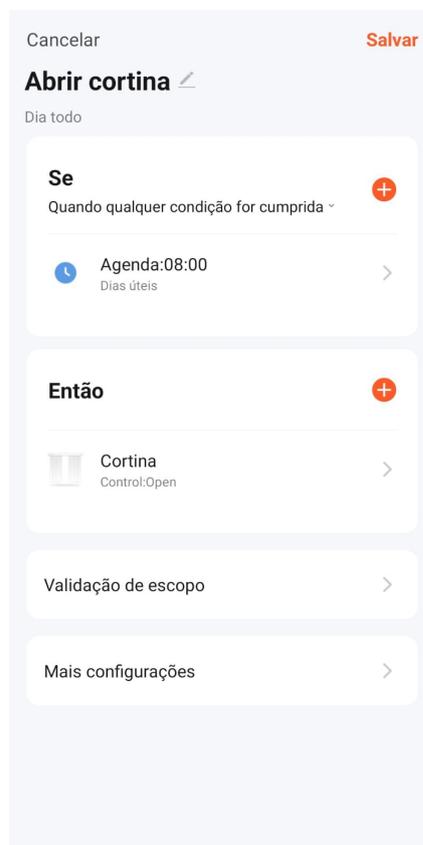


Figura 4.3: Automação no Tuya Smart.

## Tempo de Latência

A tabela 4.1 fornece informações sobre o intervalo de tempo entre a emissão de um comando ou solicitação e a execução correspondente no sistema. Este cenário descreve o tempo necessário para o sistema Tuya Smart processar e executar comandos relacionados ao controle de persianas. O valor de 1.07 segundos reflete a latência associada a essa operação específica no contexto do sistema Tuya Smart.

Tabela 4.1: Tempo de latência controle Tuya Smart

Cenário	Tempo (s)
Controle da Persiana	1.07s

### 4.3.2 Alexa

Foi realizada a aquisição do dispositivo Alexa Echo Dot (3<sup>a</sup> Geração) e o download do aplicativo no celular.

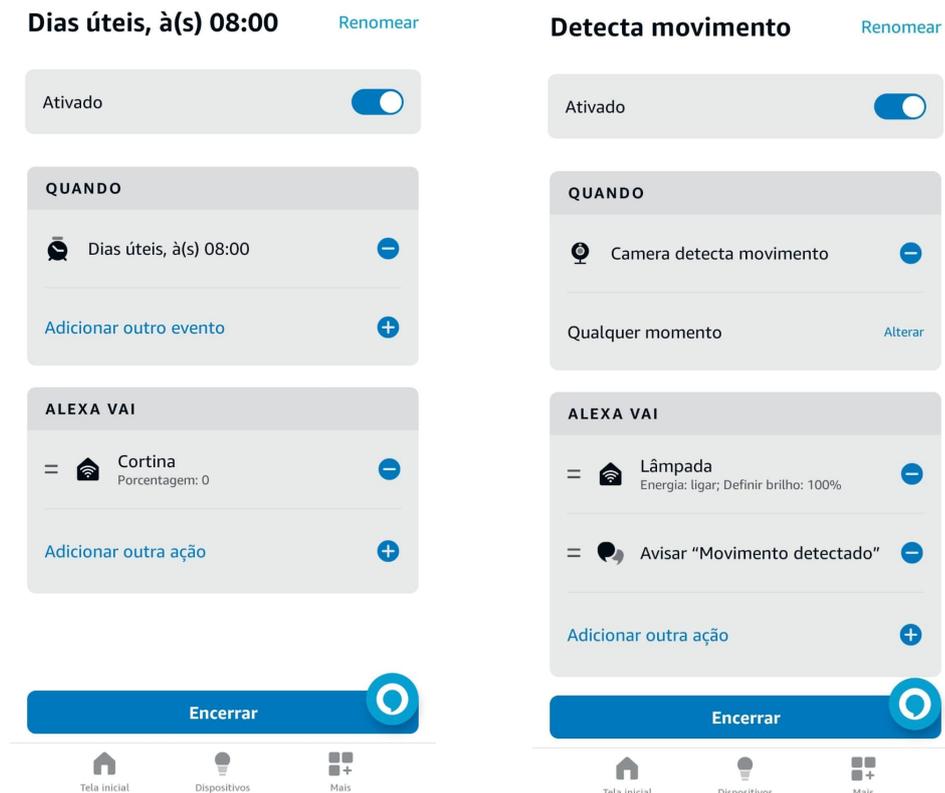
#### Integração

As integrações foram realizadas à partir do menu de *skills* e jogos, nele foi possível encontrar opções como Tuya, Tapo e Sonoff. Uma vez instalada nova *skill* a integração foi realizada através das credenciais dos próprios aplicativos.

Para o motor, foi habilitado o controle de abrir, fechar e da porcentagem da persiana aberta. Enquanto para a lâmpada, o controle de ligar, desligar, ajuste de brilho e cor da luz. Foi possível também o controle de ligar e desligar o interruptor inteligente. Para a câmera foi habilitado o acesso ao sensor de presença.

#### Automação

A seção de automação no aplicativo é chamada de rotina. Foram criadas duas rotinas para o controle inteligente da persiana: uma denominada "abrir persiana", que ajusta a porcentagem da persiana para 0, e outra denominada "fechar persiana", que ajusta a porcentagem para 100. Para o monitoramento de segurança, foi criada uma rotina que liga a luz quando algum movimento é detectado e emite um aviso sonoro no dispositivo.



(a) Abrir cortina.

(b) Segurança e monitoramento.

Figura 4.4: Automações na Alexa.

### Tempo de Latência

A tabela 4.2 fornece informações sobre o tempo necessário para o sistema Alexa processar e executar comandos relacionados ao controle de persianas e ao monitoramento de segurança. Os valores de 1.2 segundos e 1.5 segundos representam respectivamente a latência associada às operações no contexto do sistema Alexa.

Tabela 4.2: Tempo de latência controle Alexa

Cenário	Tempo (s)
Controle da Persiana	1.2s
Monitoramento de Segurança	1.5s

### 4.3.3 Home Assistant

Foi realizado o download do sistema operacional próprio da plataforma e sua instalação foi feita em uma máquina virtual através do *software* VirtualBox, permitindo o acesso à rede local gerada pelo sistema. É necessário que esta máquina virtual esteja ligada para

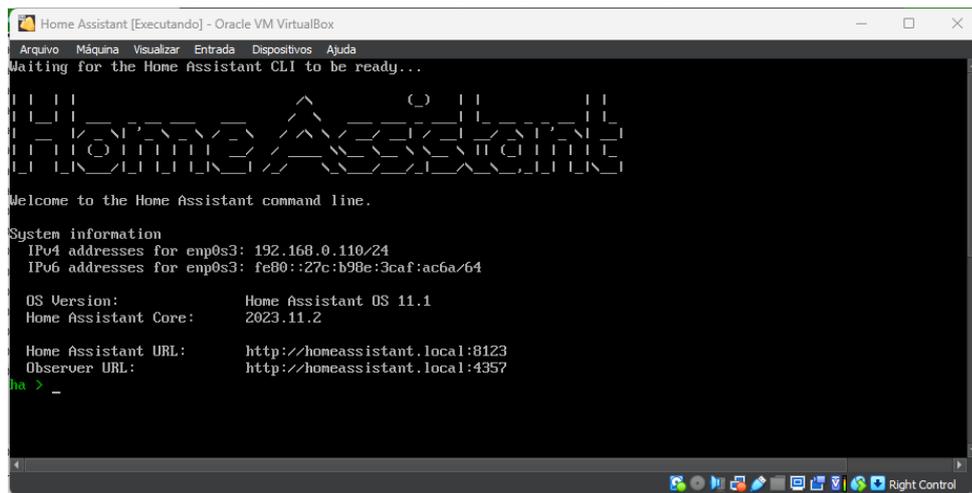


Figura 4.5: Máquina virtual.

o acesso à aplicação web e aplicativo. Além disso foi realizado o download do aplicativo mobile para facilitar o controle.

## Integração

No menu de integrações, foi encontrada opção de conectar-se ao aplicativo Tuya Smart. Para isso, foi necessário configurar um projeto na própria plataforma Tuya, selecionando os dispositivos a serem compartilhados e obtendo as chaves de autorização essenciais para a integração. Dessa forma, o motor para persiana e a lâmpada tornaram-se acessíveis pelo Home Assistant. Para o motor, foi habilitado o controle de abrir, fechar e parar, além da exibição da porcentagem da cortina aberta. Quanto à lâmpada, o controle de ligar, desligar, ajuste de brilho e cor da luz.

Para os demais dispositivos, foi realizada instalação e integração através da loja da comunidade do Home Assistant (HACS), onde é possível encontrar diversos repositórios disponibilizados via GitHub, contendo soluções de integração e customização desenvolvidas pela comunidade. Na loja, foram encontrados repositórios para a integração de dispositivos Sonoff e Tapo. Em ambos os casos, a integração foi efetuada através das credenciais dos aplicativos próprios.

Com a integração dos dispositivos Sonoff, foi possível acionar os controles de ligar e desligar o interruptor inteligente, além de acessar um gráfico que exibe informações de umidade ao longo do tempo provenientes do sensor. Quanto à câmera, foram habilitados controles de alarme, detecção de presença e uma transmissão ao vivo.

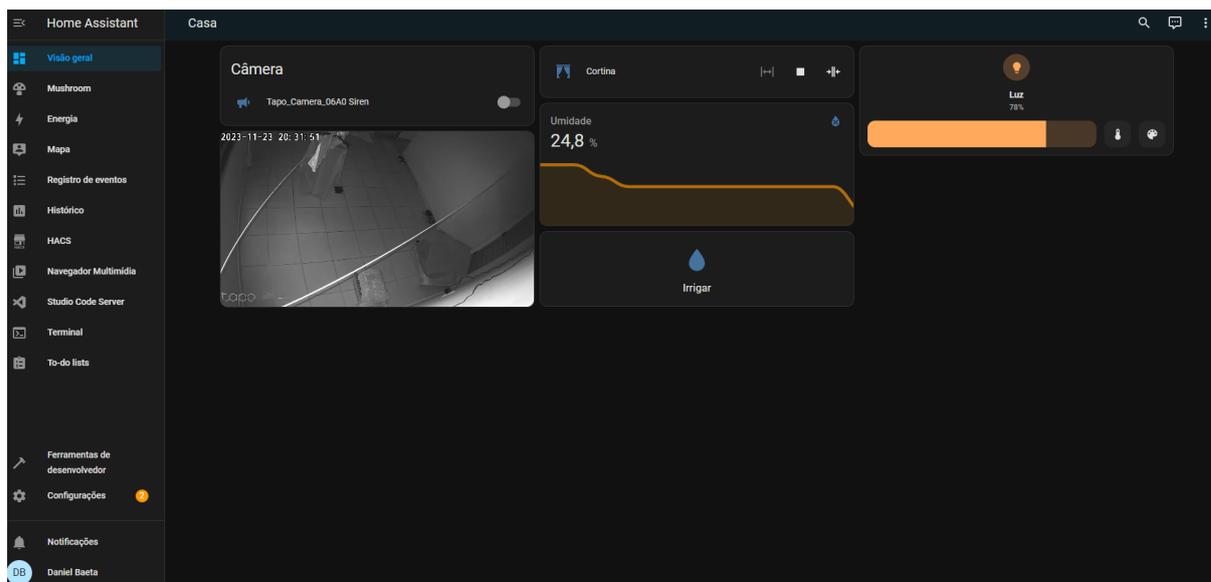


Figura 4.6: Tela de controle Home Assistant.

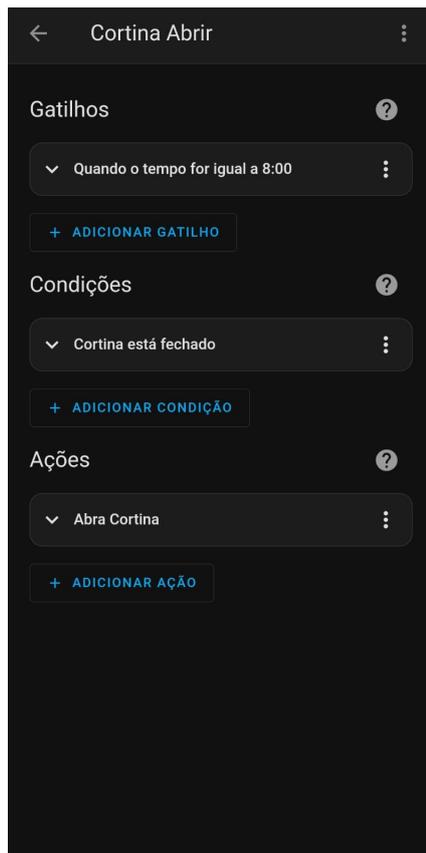
## Automação

As automações foram configuradas por meio do menu de criação de automações, onde é possível selecionar gatilhos, condições e ações conforme necessário.

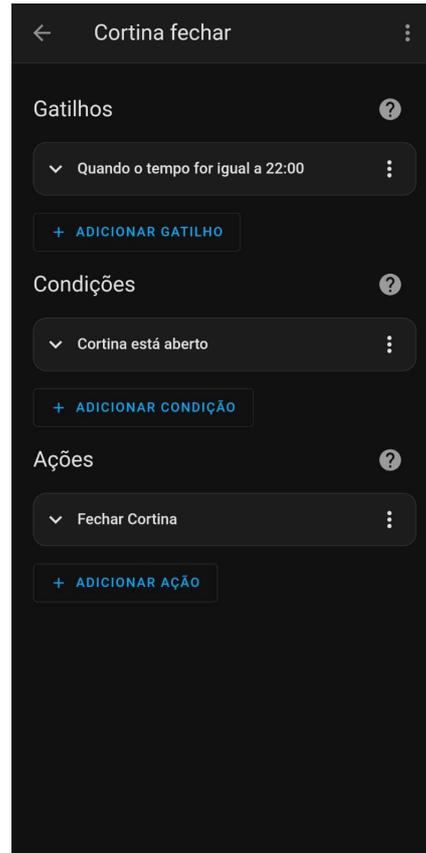
Para o controle inteligente da persiana, foram estabelecidas duas automações com gatilho de tempo: uma para abrir a persiana às 8h e outra para fechá-la às 22h. Em ambos os casos, foram incluídas condições para verificar se a persiana está fechada ou aberta, respectivamente.

No caso do sistema de irrigação automatizado, implementou-se uma automação com gatilho de estado numérico. Quando a leitura do sensor de umidade atinge um valor abaixo de 20, o interruptor inteligente é acionado por 1 segundo e, em seguida, desligado.

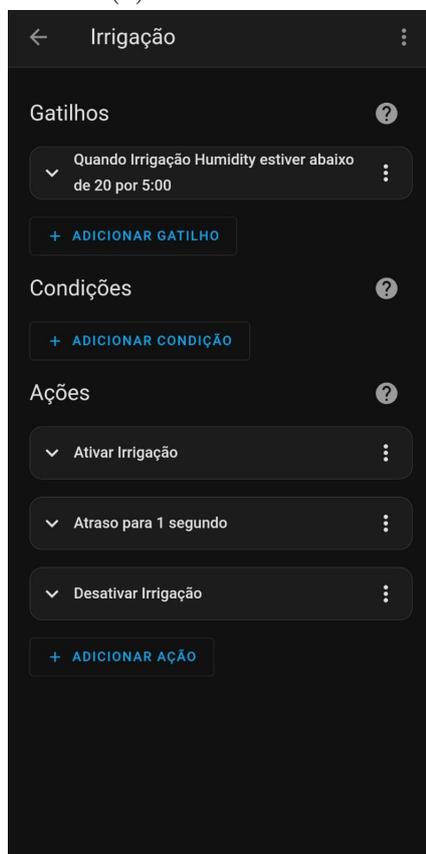
Quanto ao monitoramento de segurança, uma automação foi criada com gatilho de estado. Quando a câmera detecta movimento, a lâmpada é acionada instantaneamente, iniciando simultaneamente a gravação.



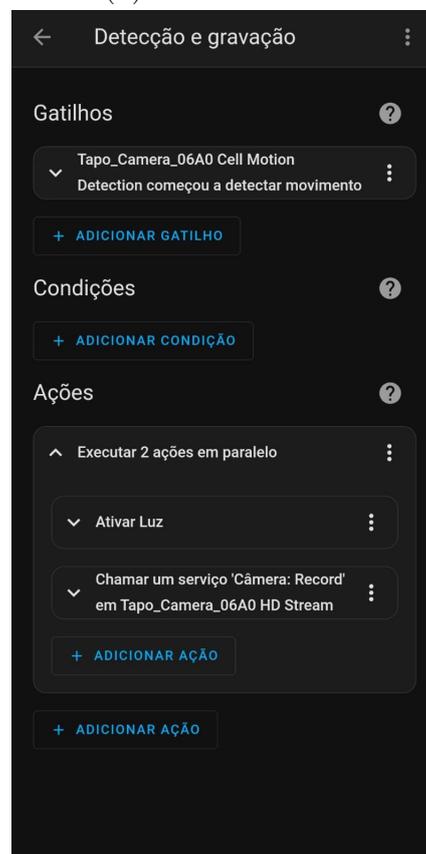
(a) Abrir cortina.



(b) Fechar cortina.



(c) Irrigação automática.



(d) Segurança e monitoramento.

Figura 4.7: Automações no Home Assistant.

### Tempo de Latência

A tabela 4.3 fornece informações sobre o tempo necessário para o Home Assistant processar e executar comandos relacionados ao controle de persianas, sistema de irrigação e monitoramento de segurança. Os valores de 1.5 segundos, 0.51 segundos e 1.53 segundos representam respectivamente a latência associada às operações no contexto do Home Assistant.

Tabela 4.3: Tempo de latência controle Home Assistant

Cenário	Tempo (s)
Controle da persiana	1.5s
Sistema de Irrigação	0.51s
Monitoramento de Segurança	1.53s

## 5 Resultados

A etapa prática do projeto proporcionou uma visão mais aprofundada, das plataformas de automação residencial selecionadas, em relação a eficácia e a usabilidade de cada ambiente de automação residencial. Após implementação foi possível realizar uma análise comparativa, destacando os pontos relevantes de cada plataforma.

A utilização da plataforma Tuya Smart foi simples e acessível, proporcionando uma experiência amigável para usuários iniciantes. A plataforma possui uma alta variedade de dispositivos suportados, porém apresenta limitações na integração com dispositivos de outros fabricantes em comparação com outras plataformas. As cenas, representando a automação na plataforma, foram criadas de maneira direta, sendo ideais para cenários mais simples. No entanto, a limitação na variedade de fabricantes suportados pode ser considerada uma desvantagem para usuários que buscam uma gama mais ampla de opções de automação.

A integração com a Alexa foi efetiva, oferecendo controle por voz e uma ampla variedade de dispositivos compatíveis. As rotinas permitiram criar automações personalizadas, embora a capacidade de integração de certos dispositivos, como o sensor de umidade, tenha apresentado limitações. A interface amigável do aplicativo facilitou a configuração, enquanto a diversidade de *skills* disponíveis expandiu as opções de integração.

A plataforma Home Assistant demonstrou sua robustez e flexibilidade ao permitir a integração de dispositivos de diferentes fabricantes. A configuração inicial é complexa e demanda conhecimentos técnicos, porém oferece um controle detalhado sobre os dispositivos. A integração com dispositivos Sonoff e Tapo evidencia a ampla comunidade e o potencial de crescimento da plataforma. As automações foram configuradas de maneira intuitiva, com diversas opções de gatilho proporcionando uma experiência personalizada. Ao desligar a conexão com a internet, foi perceptível que a interrupção impactou a conectividade entre o Home Assistant e os dispositivos inteligentes na residência. A ausência de acesso à rede resultou na perda de comunicação entre o Home Assistant e os dispo-

sitivos, comprometendo a capacidade do sistema de controlar e monitorar efetivamente os componentes automatizados, mesmo considerando a capacidade do Home Assistant de disponibilizar uma rede local.

Ao comparar as plataformas, foram consideradas a complexidade desejada, a diversidade de dispositivos suportados e a facilidade de configuração. O Home Assistant se destaca pela sua flexibilidade e suporte a uma ampla variedade de dispositivos, sendo mais adequado para usuários avançados. A Tuya Smart, embora seja extremamente fácil de usar, pode ser limitada para usuários que buscam uma integração mais abrangente. A Alexa oferece uma experiência equilibrada, especialmente para aqueles que valorizam o controle por voz e uma interface amigável. A escolha ideal dependerá das preferências individuais e das necessidades específicas de automação residencial.

Em relação às latências medidas podemos observar na tabela 5.1 que apesar de não haver uma diferença grande entre os tempos, a plataforma que faz o acesso à nuvem mais rapidamente é o Home Assistant.

Tabela 5.1: Comparação Tempo de Latência

Cenário	Tempo (s)		
	Tuya Smart	Alexa	Home Assistant
Controle da persiana	0.78	1.07	0.51
Sistema de Irrigação	-	-	1.2
Monitoramento de Segurança	-	1.5	1.53

## 6 Conclusão

O presente trabalho explorou a implementação prática de um sistema de automação residencial, integrando diversos dispositivos IoT por meio de controles centralizados. Para tal inicialmente foi destacada a crescente relevância da automação residencial na modernidade, impulsionada pela expansão da IoT e pelos avanços tecnológicos. A busca por maior comodidade, eficiência energética e segurança motivou a realização deste projeto, visando integrar dispositivos variados e avaliar as plataformas mais utilizadas para esse fim.

A fundamentação teórica forneceu o embasamento necessário, explorando conceitos essenciais de automação residencial e as principais plataformas disponíveis. A compreensão desses fundamentos foi crucial para o desenvolvimento prático do projeto, garantindo uma abordagem informada e eficaz na seleção e integração dos dispositivos.

Ao revisar trabalhos relacionados, foi possível contextualizar o projeto no cenário atual de pesquisa em automação residencial. Observou-se uma diversidade de abordagens e soluções adotadas por pesquisadores, destacando a importância contínua de inovação e aprimoramento nesse campo em constante evolução.

A seguir, detalhou-se a escolha dos dispositivos utilizados, fundamentada em suas características distintivas e proveniência de fabricantes diversos. A diversidade dos dispositivos selecionados não apenas enriqueceu a experiência de automação residencial, mas também proporcionou desafios interessantes para as plataformas integradoras, testando suas capacidades de lidar com dispositivos de origens diversas. Os cenários de teste elaborados permitiram uma avaliação abrangente das funcionalidades das plataformas, abordando aspectos específicos como controle inteligente da persiana, sistema de irrigação automatizado e monitoramento de segurança.

Os resultados obtidos destacaram as características únicas de cada plataforma. A Tuya Smart foi caracterizada por sua simplicidade e acessibilidade, mas também identificou-se limitações na integração com dispositivos de outros fabricantes. A Alexa ofereceu uma experiência equilibrada, com destaque para o controle por voz e a interface amigável,

embora algumas limitações na integração de certos dispositivos tenham sido observadas. O Home Assistant, apesar da complexidade inicial, demonstrou ser potente e flexível, proporcionando uma integração abrangente de dispositivos de diferentes fabricantes. Em relação à latências foi destacado que a plataforma com acesso mais rápida a nuvem é o Home Assistant. Em conclusão, a escolha da plataforma de automação residencial deve ser orientada pelas preferências e requisitos individuais de cada usuário.

O trabalho visou contribuir para o entendimento prático das plataformas de automação residencial, fornecendo uma análise comparativa que pode orientar os usuários na escolha da solução mais adequada às suas necessidades. À medida que a automação residencial continua a evoluir, novas oportunidades e desafios surgirão, incentivando a exploração e inovação contínuas nesse campo tecnológico.

Os trabalhos futuros podem explorar a viabilidade e eficácia de utilizar o Home Assistant como uma solução de automação residencial sem depender exclusivamente da conexão com a internet. Essa abordagem representa um caminho para garantir a funcionalidade contínua, mesmo em cenários em que a conectividade online está comprometida.

## Bibliografia

- AMARAL, F. V.; JULIANI, J. P.; BETTIO, R. W. d. Internet das coisas aplicada no ambiente das bibliotecas: uma revisão sistemática da literatura internacional. *Perspectivas em Ciência da Informação*, SciELO Brasil, v. 25, p. 80–101, 2021.
- ANTIĆ, M.; PAPP, I. Smart home integration with external iot device platforms and services. *IEEE consumer electronics magazine*, IEEE, v. 10, n. 6, p. 69–75, 2020.
- BUGEJA, J.; JACOBSSON, A.; DAVIDSSON, P. On privacy and security challenges in smart connected homes. In: IEEE. *2016 European Intelligence and Security Informatics Conference (EISIC)*. [S.l.], 2016. p. 172–175.
- CAMARGOS, A. F. P. de; SANTOS, C. R. B. dos; SILVA, F. D. da; KAI, B. H. D.; VIEIRA, V. et al. Produto educacional: automação residencial com uso de arduino e iot. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 6, p. e8311628882–e8311628882, 2022.
- EL-AZAB, R. Smart homes: Potentials and challenges. *Clean Energy*, Oxford University Press UK, v. 5, n. 2, p. 302–315, 2021.
- FERREIRA, J. D. de S. *Home Assistant Versus Hubitat*. Tese (Doutorado) — Universidade da Madeira (Portugal), 2022.
- JUNIOR, W. B. L. Projeto de um sistema de automação para piscicultura utilizando internet das coisas -iot. *Revista Científica Semana Acadêmica*, v. 01, p. 15, 07 2019.
- NOBRE, T. L.; MOURA, M. B. d. *Sistema de automação e controle inteligente no processo de irrigação usando iot no cultivo da alface*. Dissertação (B.S. thesis) — Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia da Paraíba, 2023.
- SILVA, L. J. N. Utilizando o home assistant e o nodemcu para um modelo genérico de automação moderna. DCOMP-Departamento de Computação—Ciência da Computação—São Cristóvão-Presencial, 2019.
- SILVA, R. P. da; PINHEIRO, É. C. N. M.; MIRANDA, W. P. Casa inteligente: o uso da automação residencial em obras de construção civil—estudo de caso smart home: the use of home automation in civil construction works—case study. *Brazilian Journal of Development*, v. 8, n. 6, p. 42632–42653, 2022.
- VOLKMANN, T. B. Implantação de sistema iot para automação residencial e irrigação de jardins. 2022.