

Gabriel Oliveira Nogueira

Análise das instalações do Home Assistant e Desenvolvimento de Automação Residencial

Uberlândia, MG

2025

Gabriel Oliveira Nogueira

Análise das instalações do Home Assistant e Desenvolvimento de Automação Residencial

Projeto de Trabalho de Conclusão de Curso
da Engenharia de Controle e Automação
da Universidade Federal de Uberlândia -
UFU - Campus Santa Mônica, como requisito
para a obtenção do título de Graduação em
Engenharia de Controle e Automação.

Universidade Federal de Uberlândia - UFU
Faculdade de Engenharia Elétrica - FEELT

Orientador Prof. Dr. Fábio Vincenzi Romualdo da Silva

Uberlândia, MG

2025

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

N778 Nogueira, Gabriel Oliveira, 2002-
2025 Análise das instalações do Home Assistant e Desenvolvimento
de Automação Residencial [recurso eletrônico] / Gabriel Oliveira
Nogueira. - 2025.

Orientador: Fábio Vincenzi Romualdo da Silva.
Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) - Universidade
Federal de Uberlândia, Graduação em Engenharia de Controle e
Automação.
Modo de acesso: Internet.
Inclui bibliografia.
Inclui ilustrações.

1. Processos de fabricação - Automação. I. Silva, Fábio Vincenzi
Romualdo da,1974-, (Orient.). II. Universidade Federal de
Uberlândia. Graduação em Engenharia de Controle e Automação.
III. Título.

CDU: 67.02:681.3

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:
Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus, por me conceder força, sabedoria e a oportunidade de trilhar este caminho até a conclusão desta etapa tão importante da minha vida.

À minha mãe, Angélica, deixo minha gratidão mais profunda. Foi ela quem, desde o início, me incentivou a persistir quando pensei em desistir. Durante todo o curso, esteve presente, até mesmo nos pequenos gestos, como quando me levava lanche no quarto nos longos dias de estudo, em que eu dedicava todo o meu tempo aos livros. O amor dela foi, sem dúvida, o nutriente mais importante nesse caminho.

Ao meu pai, Antonio Carlos, agradeço pelos valores que me transmitiu e que carreguei comigo ao longo do curso e continuo carregando em minha vida. Entre eles, a honestidade se destaca como um pilar que me guiou em cada decisão, e não posso deixar de reforçar o quanto o considero um homem profundamente honesto e íntegro, exemplo que sempre busquei seguir.

À minha irmã, Mariana, agradeço por sua parceria e por todos os momentos de risada e descontração que vivemos juntos, que sempre trouxeram leveza aos meus dias. Também sou grato por ter estado ao meu lado e me auxiliar na escolha do curso que eu seguiria na faculdade e me ajudar a definir esse caminho.

À minha namorada, Maria Clara, agradeço por me ouvir com paciência e sempre me incentivar a ser alguém melhor, mesmo nos dias mais difíceis. Sua presença foi um apoio fundamental em minha caminhada, trazendo equilíbrio nos dias ruins e motivação para seguir em frente.

Aos meus amigos de infância, João Vitor, Caio e Bryan, agradeço pela amizade verdadeira, que resiste ao tempo e às mudanças da vida, permanecendo firme mesmo depois de tantos anos.

Aos amigos que conheci na faculdade, Arthur, Kelly e Luiza, deixo um agradecimento especial, pois cada um, à sua maneira, marcou profundamente minha trajetória acadêmica e me mostrou que uma amizade verdadeira pode tornar cada dia mais feliz.

Aos professores, manifesto minha gratidão pelo conhecimento transmitido, pela dedicação em ensinar e pelo compromisso em formar profissionais. Cada orientação, conselho e palavra de incentivo contribuiu para o meu crescimento acadêmico e pessoal, deixando marcas que levarei comigo ao longo da vida.

Ao meu orientador, Professor Dr. Fábio Vincenzi Romualdo da Silva, expresso minha sincera gratidão pela forma atenciosa com que me recebeu desde o início. Ao ouvir sobre o tema que eu gostaria de desenvolver, mostrou-se aberto e compreensivo, dizendo-

me que, quando se trabalha com algo que realmente se gosta, nada se torna trabalhoso. Essas palavras me acompanharam durante todo o percurso e transformaram a maneira como enxerguei o projeto, tornando-o não apenas uma obrigação acadêmica, mas uma oportunidade de crescimento e realização pessoal.

Resumo

A domótica, ou automação residencial, tem se consolidado como uma grande tendência tecnológica nos últimos anos. Esse fato está associado à busca por maior conforto, praticidade e segurança no gerenciamento de ambientes domésticos. A possibilidade ofertada pela domótica de controlar lâmpadas, sensores, tomadas e diversos outros dispositivos inteligentes permite que usuários realizem comandos remotos que proporcionam praticidade e comodidade. Nesse contexto, a plataforma de automação residencial Home Assistant se destaca ao oferecer uma solução versátil e extremamente personalizável. Este trabalho desenvolveu um estudo e comparou três tipos de instalação da plataforma Home Assistant, sendo elas instalação em máquina virtual, instalação em Raspberry Pi e instalação em hardware, buscando entender as suas particularidades, vantagens e limitações e tornou possível compreender qual tipo de instalação é mais adequado para cada situação. Além disso, o projeto realizou uma automação residencial com o intuito de explorar diferentes tecnologias utilizadas na domótica e suas integrações, de forma que o desenvolvimento foi baseado nas necessidades e no cotidiano dos usuários, elaborando assim, um projeto personalizado e útil.

Palavras-chaves: automação residencial; domótica; dispositivos inteligentes; Home Assistant; instalação.

Abstract

Home automation, also known as domotics, has become a major technological trend in recent years. This phenomenon is driven by the pursuit of greater comfort, convenience, and security in the management of home environments. The possibility offered by home automation to control lights, sensors, smart plugs, and various other smart devices allows users to perform remote commands that bring practicality and comfort to their daily routines. In this context, the Home Assistant platform stands out by offering a highly versatile and fully customizable home automation solution. This project developed a study and compared three types of Home Assistant installations — virtual machine installation, Raspberry Pi installation, and hardware installation — aiming to understand their particularities, advantages, and limitations, making it possible to determine which installation type is most suitable for each situation. In addition, the project implemented a home automation system to explore different technologies used in domotics and their integrations, with the development based on users' needs and daily routines, thus creating a personalized and useful project.

Key-words: home automation; domotics; smart devices; Home Assistant; installation.

Listas de ilustrações

Figura 1 – Exemplo de dashboard no Home Assistant.	14
Figura 2 – Representação da troca de informações sobre energia.	15
Figura 3 – Configurações da Máquina Virtual.	16
Figura 4 – Dashboard com desenho da casa.	17
Figura 5 – Raspberry utilizada na instalação.	18
Figura 6 – Dashboard de administração.	19
Figura 7 – Fluxo Node-RED responsável por comandos no Telegram.	20
Figura 8 – Chat do Telegram com comandos.	21
Figura 9 – Fluxo Node-RED responsável por lembretes no Telegram.	22
Figura 10 – Máquina utilizada para a instalação.	23
Figura 11 – Dados do Gerenciador de Tarefas durante inicialização do servidor.	25
Figura 12 – Dados do Gerenciador de Tarefas durante uso do servidor.	26
Figura 13 – Circuito com ESP32 e DHT11 para integração com Home Assistant.	27
Figura 14 – Console de download de firmware do ESPHome apresentando o erro.	28
Figura 15 – Gráfico de uso de memória RAM e do processador no momento do download.	29
Figura 16 – Gráfico de uso de memória RAM e do processador com dois add-ons.	30
Figura 17 – Gráfico de uso de memória RAM e do processador com Node-RED.	31
Figura 18 – Gráfico de temperatura da CPU próximo à primeira falha.	32
Figura 19 – Gráfico de temperatura da CPU uma semana antes da primeira falha.	32
Figura 20 – Gráfico de temperatura da CPU próximo à segunda falha.	33
Figura 21 – Gráfico de temperatura da CPU uma semana antes da segunda falha.	33
Figura 22 – Preço de Raspberry Pi 4 e Mini Pc.	34
Figura 23 – Gráfico da temperatura da CPU do computador.	35
Figura 24 – Gráfico de uso de memória RAM e do processador do servidor do computador.	36

Lista de abreviaturas e siglas

ARPAnet	Advanced Research Projects Agency Network
EFI	Extensible Firmware Interface
GB	Gigabyte
HAOS	Home Assistant Operating System
IoT	Internet of Things
NCP	Network Control Protocol
RAM	Random Access Memory
RGB	Red, Green, Blue
SSD	Solid State Drive
TCP/IP	Transmission Control Protocol/Internet Protocol
Wi-Fi	Wireless Fidelity

Sumário

1	INTRODUÇÃO	9
1.1	Justificativas	9
1.2	Objetivos	10
2	REFERENCIAIS TEÓRICOS	11
2.1	Domótica e Automação Residencial	11
2.2	Comunicação	11
2.2.1	Padrão IEEE 802.11 e Wi-Fi	11
2.2.2	ZigBee	12
2.3	Internet das Coisas	13
2.4	Home Assistant	13
3	METODOLOGIA	16
3.1	Máquina Virtual	16
3.2	Raspberry Pi 3	18
3.2.1	Dashboards	19
3.2.2	Automações	19
3.2.3	Acesso remoto	22
3.2.4	Backups na Nuvem	22
3.3	Hardware x86-64	23
3.4	Testes e análises dos servidores	24
4	RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
5	CONCLUSÃO	37
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	39

1 Introdução

A maneira como as pessoas interagem com o mundo é constantemente alterada com os avanços tecnológicos. Até mesmo a interação das pessoas com suas próprias casas é impactada pelo desenvolvimento da tecnologia. A automação residencial, também conhecida como domótica, é uma tendência crescente devido ao conforto e praticidade que proporciona aos seus usuários. O monitoramento de sensores, o controle de dispositivos eletrônicos, ligar ou desligar lâmpadas e o gerenciamento do consumo de energia de forma remota e automatizada, é uma realidade em muitas residências.

No Brasil, o crescimento do número de residências com acesso à Internet alavancou o uso de dispositivos inteligentes. Segundo dados do IBGE ([IBGE, 2024](#)), em 2023, a Internet foi utilizada em 72,5 milhões de domicílios. Ainda de acordo com o IBGE, 16% dos domicílios com acesso à Internet possuíam algum tipo de dispositivo inteligente que poderia ser acessado pela Internet, totalizando 11,6 milhões de residências e representando um aumento de 1,7 milhão em relação a 2022.

Uma plataforma de automação residencial muito popular devido à sua versatilidade e possibilidade de integrações com diversos sistemas é o Home Assistant. Ele é uma plataforma que permite integrar dispositivos de várias marcas e tecnologias, a fim de oferecer uma automação que funcione de forma local e que seja altamente personalizável. Com o Home Assistant, é possível realizar integração de diversos aparelhos, montar dashboards personalizados para atender as necessidades do usuário e criar automações para controlar a interação com a casa. A plataforma pode ser instalada de maneiras distintas, como instalação em máquina virtual, Raspberry Pi e instalação em hardware x86-64. A depender das situações e contextos onde será efetuada a automação residencial, é demandado um tipo de instalação específico, pois cada um deles apresenta vantagens e limitações, de forma a tornar necessário compreender as ocasiões em que determinado método de instalação é mais indicado.

1.1 Justificativas

Cada método de instalação do Home Assistant oferece características específicas em termos de desempenho, custo e praticidade para uso. A escolha de qual instalação realizar permite ao usuário realizar uma escolha mais assertiva, de acordo com suas necessidades. A automação residencial pode ter por objetivo o uso pessoal, onde uma solução simples e prática é buscada. Também pode ser utilizada a fins didáticos ou para pequenos testes, onde pontos como memória da máquina e velocidade não são cruciais. A aplicação também pode ser profissional, situação que exige estabilidade e confiabilidade. Nesse contexto, há a

necessidade de esclarecer as vantagens e limitações de cada tipo de instalação do Home Assistant, possibilitando a escolha da solução mais eficiente a depender do contexto.

1.2 Objetivos

Esse projeto tem como objetivo compreender as particularidades e características de alguns dos principais tipos de instalação do Home Assistant, a fim de identificar em quais contextos cada uma se mostra mais eficiente, ao levar em consideração aspectos como desempenho, praticidade e aplicabilidade na automação residencial. Para alcançar tal objetivo, será realizada a instalação da plataforma Home Assistant em máquina virtual, Raspberry Pi e direto no hardware. O desenvolvimento de uma automação residencial também será efetuado, utilizando diferentes dispositivos e integrações, de forma a criar um cenário real para a realização das análises.

2 Referenciais Teóricos

2.1 Domótica e Automação Residencial

O termo domótica foi incorporado, em 1998, aos dicionários franceses e é a junção dos termos *domus*, oriundo do latim e que significa casa, e *aútópiatoç*, vindo do grego que significa automática (DOMINGUEZ, 2006).

A origem da domótica remonta à década de 1970, quando surgiram os primeiros dispositivos de automação residencial, baseados na tecnologia X-10. Os primeiros sistemas comerciais foram instalados nos Estados Unidos e se limitavam a regular a temperatura ambiente em edifícios de escritórios (HUIDOBRO; TEJEDOR, 2010). Ao final da década de 1980, com a popularização dos computadores pessoais, muitos desses prédios passaram a ser equipados com sistemas de cabeamento estruturado. Dessa forma, a conexão de todos os tipos de terminais e periféricos ficou mais simples. Esses sistemas permitiam a transmissão de dados, a transmissão de voz e conexão com alguns dispositivos de controle e segurança. Devido a isso, os prédios equipados com um sistema de cabeamento estruturado passaram a ser chamados de edifícios inteligentes.

A automação residencial é definida por Muratori e Bó (2011) como o conjunto de sistemas tecnológicos integrados como o melhor meio de satisfazer as necessidades básicas de segurança, comunicação, gestão energética e conforto de uma habitação. Segundo Huidobro e Tejedor (2010), a domótica se aplica à ciência e aos dispositivos desenvolvidos por ela que proporcionam algum tipo de automatização dentro da casa. A automação residencial também representa o emprego de tecnologias ao ambiente doméstico (incluindo residências, condomínios, hotéis), com o objetivo de propiciar conforto, praticidade, produtividade, economia, eficiência e rentabilidade, com valorização da imagem do empreendimento e de seus usuários (WORTMEYER; FREITAS; CARDOSO, 2005).

2.2 Comunicação

2.2.1 Padrão IEEE 802.11 e Wi-Fi

O Wi-Fi, abreviação da expressão em inglês "Wireless Fidelity", é uma das tecnologias que permitem a criação de redes. Wi-Fi é um conjunto de especificações técnicas para redes locais sem fio baseado no padrão IEEE 802.11 (INFOWESTER). Com a referida tecnologia, é possível implementar redes sem fio para interconectar computadores e outros dispositivos que estejam próximos, desde que sejam compatíveis com a tecnologia.

As primeiras redes Wi-Fi surgiram com o padrão IEEE 802.11. Esse padrão foi apresentado pela primeira vez em 1999, considerando principalmente conectividade local sem fio para ambientes residenciais e de escritório (BANERJI; CHOWDHURY, 2013). Com a evolução do padrão, a velocidade e capacidade das redes aumentaram ao longo dos anos.

O Wi-Fi é de extrema importância em ambientes inteligentes, permitindo a troca de dados entre os dispositivos. O Wi-Fi possibilita, portanto, a conectividade de dispositivos para a integração de sistemas de iluminação, segurança, entre outros, em um cenário de automação residencial.

2.2.2 ZigBee

ZigBee é um padrão de comunicação por rádio frequência baseado no IEEE 802.15.4 (WAGH; WASNIK, 2014). Em uma rede ZigBee, o coordenador é responsável por criar e manter a rede. Os demais dispositivos eletrônicos pertencentes ao sistema são gerenciados pelo coordenador. Esse protocolo sem fio é muito usado em dispositivos de casa inteligente, principalmente pela facilidade de transmitir pequenos pacotes de dados com baixo consumo de energia (INTELBRAS, 2023). Para que os dispositivos ZigBee possam ser controlados, é necessária a utilização de um hub, no qual esses dispositivos são conectados. O hub, por sua vez, é conectado somente ao roteador.

Uma rede ZigBee pode ser montada seguindo algumas topologias de acordo com o padrão IEEE 802.15.4, que especifica topologia em estrela, em árvore e em malha. A rede ZigBee consiste em nós ZigBee (dispositivos). Um nó pode ser usado para uma grande variedade de aplicações, por exemplo, controle de luzes, detector de fumaça e monitoramento de segurança doméstica (ELAHI; GSCHWENDER, 2009). Na topologia estrela, os dispositivos finais se conectam ao coordenador para a comunicação final. Na topologia em árvore, há o coordenador, dispositivos roteadores e dispositivos finais. Os dispositivos roteadores são conectados ao coordenador, e os dispositivos finais, nesse caso, também chamados de dispositivos filhos, podem ser conectados ao roteador ou ao coordenador. Na topologia em malha, os mesmos dispositivos são utilizados, e há a conexão multiponto, podendo aumentar o alcance da rede.

Os dispositivos ZigBee apresentam diversos pontos que favorecem sua utilização no contexto da domótica. Eles são mais eficientes em termos de consumo de energia, o que os torna ideais para sensores e dispositivos alimentados por bateria. Também oferecem melhor cobertura em grandes áreas, pois cada dispositivo pode atuar como um repetidor de sinal. Além disso, o protocolo utiliza múltiplas camadas de criptografia (WEG, 2024).

2.3 Internet das Coisas

A Internet das Coisas (Internet of Things, IoT) é a rede de objetos físicos, como dispositivos, instrumentos, veículos, edifícios e outros, incorporados com eletrônicos, circuitos, software, sensores e conectividade de rede que permitem que esses objetos coletem e troquem dados (GOKHALE; BHAT; BHAT, 2018). Para compreender como os dispositivos evoluíram ao ponto de comunicarem entre si através de redes, é preciso voltar às origens das tecnologias que proporcionaram tais avanços.

No ano de 1969 surgiu a precursora da internet, a ARPAnet (Advanced Research Projects Agency Network). Seu objetivo era oferecer um meio robusto para transmitir dados militares sigilosos e para interligar os departamentos de pesquisa por todo os Estados Unidos (MDN, 2023). Inicialmente, a ARPAnet utilizou NCP (Network Control Protocol), e posteriormente, o protocolo TCP/IP (Transmission Control Protocol/Internet Protocol) em sua primeira versão.

Em 1982, estudantes da Carnegie Mellon University desenvolveram uma máquina de refrigerantes conectada a ARPAnet, que não apenas realizava a venda e rotulação do refrigerante, mas também permitia que os usuários a controlassem por meio de uma interface remota (FICE, 2021). Essa invenção, apoiada na ARPAnet, inspirou diversas pessoas ao redor do mundo a criar dispositivos conectados a redes.

Entretanto, o primeiro dispositivo a ser controlado pela internet surgiu em 1990. John Romkey criou o primeiro dispositivo em internet das coisas, que era uma torradeira que poderia ser ligada e desligada pela Internet (MANCINI, 2017). O aparelho foi apresentado pela primeira vez na conferência 89 INTEROP. O presidente da conferência propôs um desafio a John Romkey, e prometeu que o equipamento seria exposto durante a conferência caso ele conseguisse ligar e desligar a torradeira através da internet. Ao conectar a torradeira a um computador com rede TCP/IP, o desafio foi cumprido e o primeiro dispositivo IoT foi desenvolvido.

Os avanços na tecnologia tornaram possível levar IoT para dispositivos domésticos e ofereceram inúmeras possibilidades para casas inteligentes. Através dessa tecnologia está sendo possível tornar a casa inteligente, com objetos e eletrônicos cada vez mais práticos, funcionais e autossuficientes (INTELBRAS, 2022). Vários aparelhos como lâmpadas, tomadas e fechaduras tornaram-se inteligentes e podem ser controlados por aplicativos de celular ou assistentes virtuais.

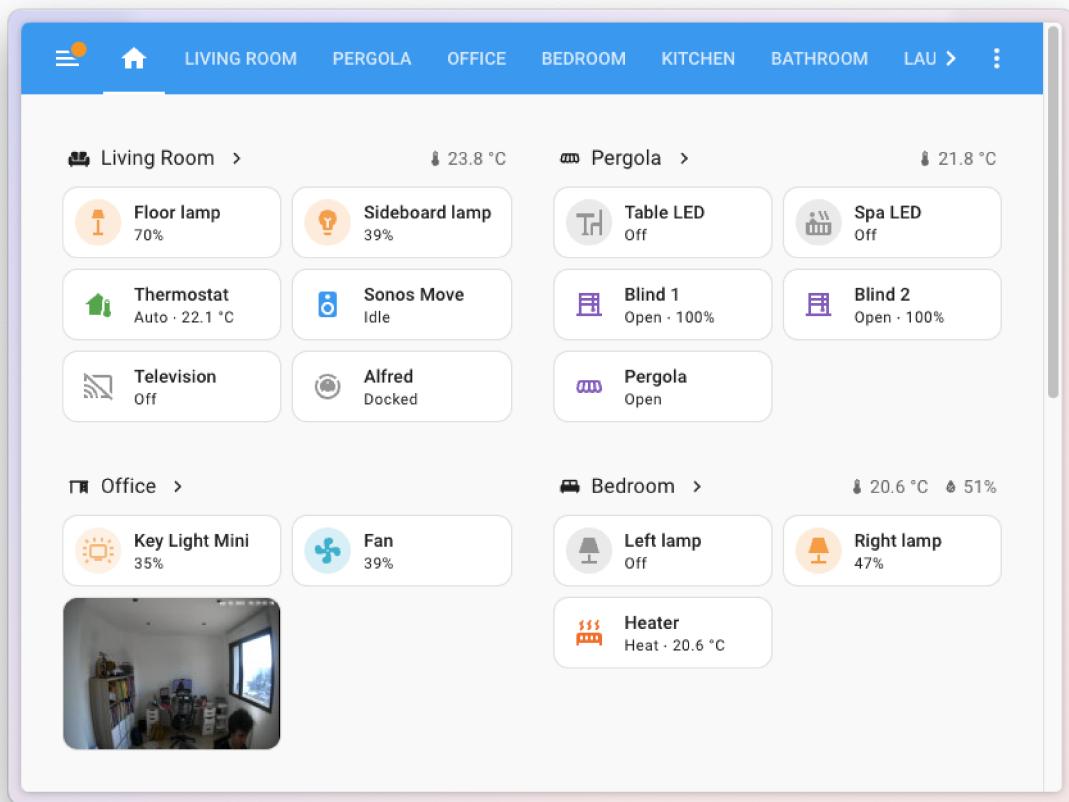
2.4 Home Assistant

O Home Assistant é uma plataforma de código aberto que integra dispositivos inteligentes, permitindo controle e automação dos mesmos no ambiente doméstico. Existem

várias formas de instalá-lo para todo tipo de cenário e níveis de habilidade ([Home Assistant](#)). Na plataforma, é possível criar automações para que os dispositivos respondam a determinado acontecimento, uma vez que as informações de todos os dispositivos conectados ficam disponíveis no sistema. Para montar uma automação, é preciso que um gatilho ocorra. Após o seu disparo, são checadas as condições, caso existam. Em seguida, ocorre a ação, ou seja, a atividade a ser executada.

A plataforma também permite a criação de dashboards, para a visualização de dados e parâmetros de dispositivos, para que o usuário possa personalizá-la à sua maneira e administrar os aparelhos. A Figura 1 é um exemplo de dashboard onde os dispositivos são agrupados por área da casa.

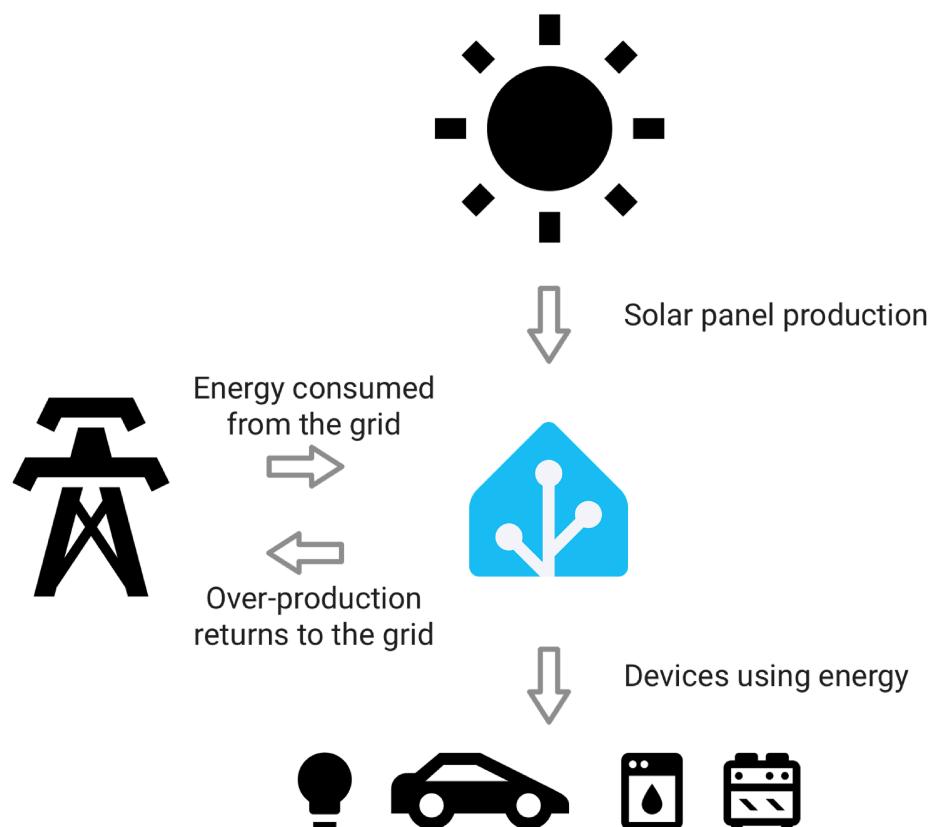
Figura 1 – Exemplo de dashboard no Home Assistant.



Fonte: ([Home Assistant, 2025](#)).

Outra ferramenta interessante disponibilizada pela plataforma é o gerenciamento de energia, que monitora informações do uso de energia da casa. Conforme a Figura 2, o Home Assistant pode monitorar a geração de energia oriunda de painéis solares, o uso de energia dos dispositivos inteligentes conectados ao sistema, além do consumo da rede elétrica e o que é retornado para ela.

Figura 2 – Representação da troca de informações sobre energia.



Fonte: ([Home Assistant, 2025](#)).

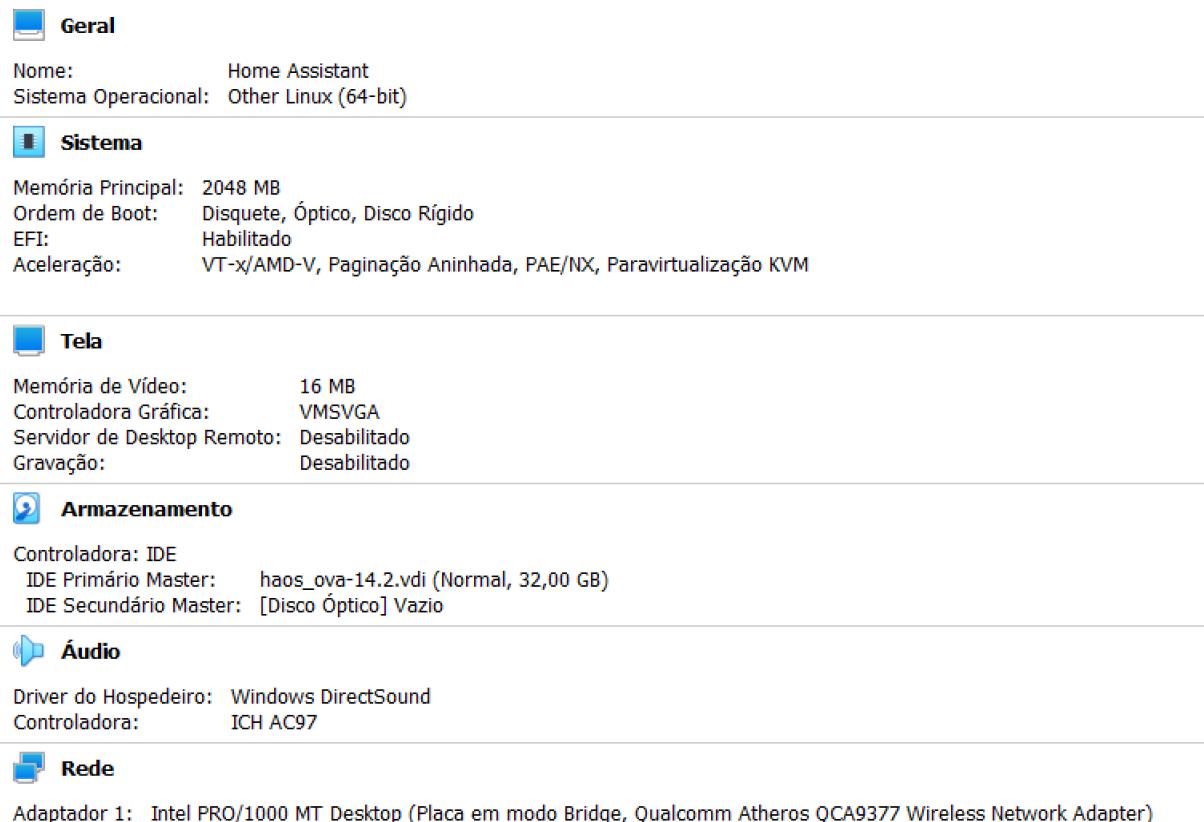
3 Metodologia

A plataforma de automação residencial Home Assistant pode ser instalada de várias maneiras, cada uma com sua particularidade. Para realizar as análises, foram realizados os seguintes tipos de instalação do Home Assistant: (i) Máquina Virtual, (ii) Raspberry Pi, (iii) Hardware x86-64. Além disso, existem métodos diferentes para a instalação Home Assistant Operating System (HAOS), Core, Container e Supervised. Todas as instalações realizadas utilizaram o método HAOS. Conforme as limitações individuais, cada tipo de instalação foi explorado de forma a aprofundar o conhecimento sobre o Home Assistant e a desenvolver ambientes mais elaborados para a automação residencial.

3.1 Máquina Virtual

A instalação do Home Assistant em máquina virtual ocorreu pelo software de virtualização VirtualBox. A imagem do Home Assistant foi baixada e a máquina recebeu as configurações adequadas, conforme a Figura 3.

Figura 3 – Configurações da Máquina Virtual.



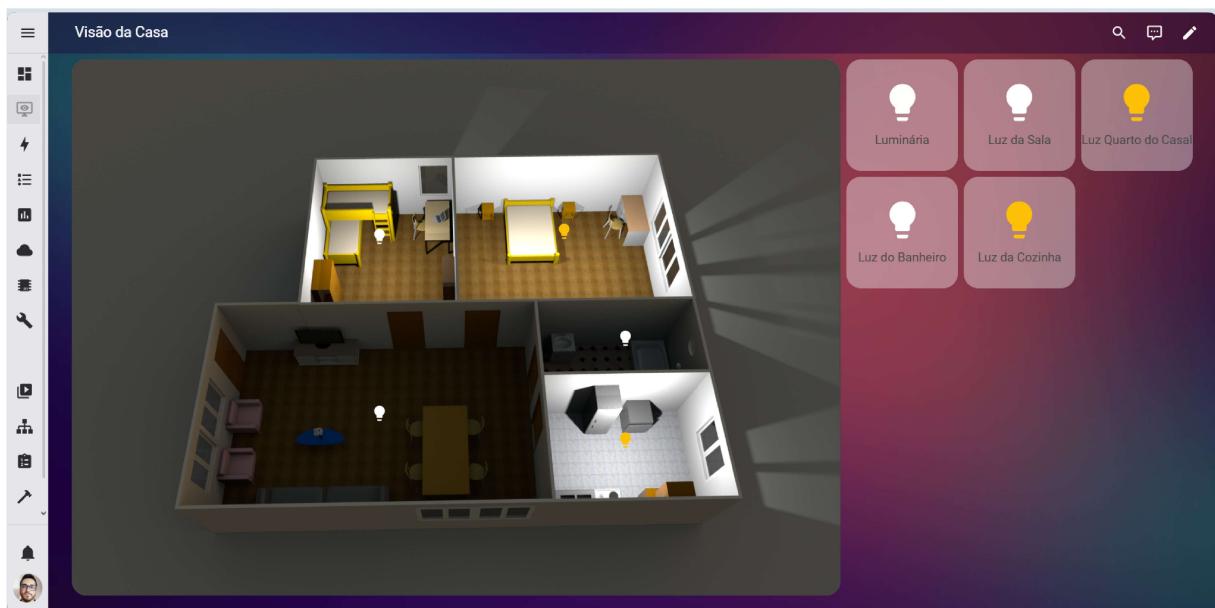
Fonte: Autoria própria (2025).

A memória RAM destinada à máquina virtual foi de 2 GB e a memória de armazenamento foi de 32 GB. A placa de rede foi configurada em modo bridge, pois assim, a máquina virtual usa a placa de rede física do computador para se conectar à rede local, logo, permite que ela possua seu próprio endereço de IP na rede. Ademais, o EFI foi habilitado.

Uma lâmpada LED RGB inteligente foi adicionada via integração da Tuya no Home Assistant, permitindo o controle da mesma pela plataforma. Ao receber o novo dispositivo, o Home Assistant cria entidades relacionadas a ele, para que possa ser referenciado e controlado. Foi implementada uma interface visual interativa em uma dashboard criada com o objetivo de representar os estados das lâmpadas da residência de forma intuitiva. Para isso, foi utilizado o software de arquitetura Sweet Home 3D, o qual permitiu a criação da planta da casa com sua decoração interna, assim como sua imagem em 3D. A imagem base é a casa com todas as suas luzes apagadas. Na sequência, cada móvel teve a sua lâmpada acesa individualmente no software de arquitetura e as imagens foram capturadas e carregadas nas pastas de configuração do Home Assistant.

Na página da dashboard, o cartão de visualização de imagem foi configurado na linguagem YAML, uma linguagem de serialização utilizada para criar arquivos de configuração. A imagem da casa com as luzes apagadas foi utilizada como imagem base e as imagens de cada cômodo aceso foram associadas a entidades ajudantes que têm o intuito de simular o status das lâmpadas de cada um deles. As imagens dos cômodos aparecem na imagem base conforme a entidade que está relacionada a ela altera seu estado, ou seja, se a entidade está com o status "on" a imagem aparece e se o status está "off" ela desaparece.

Figura 4 – Dashboard com desenho da casa.



Fonte: Autoria própria (2025).

A Figura 4 apresenta a dashboard no Home Assistant com as entidades Luminária,

Luz da Cozinha e Luz Quarto do Casal ligadas e seus respectivos cômodos representados com a luz acesa na imagem da casa.

3.2 Raspberry Pi 3

O sistema operacional do Home Assistant foi instalado na Raspberry Pi 3 Modelo B apresentada na Figura 5. A imagem do sistema operacional para o dispositivo foi baixada pelo software Raspberry Pi Imager e salva em um cartão micro-SD de 32 GB. Quando ligada, a Raspberry faz o papel de servidor Home Assistant.

Figura 5 – Raspberry utilizada na instalação.



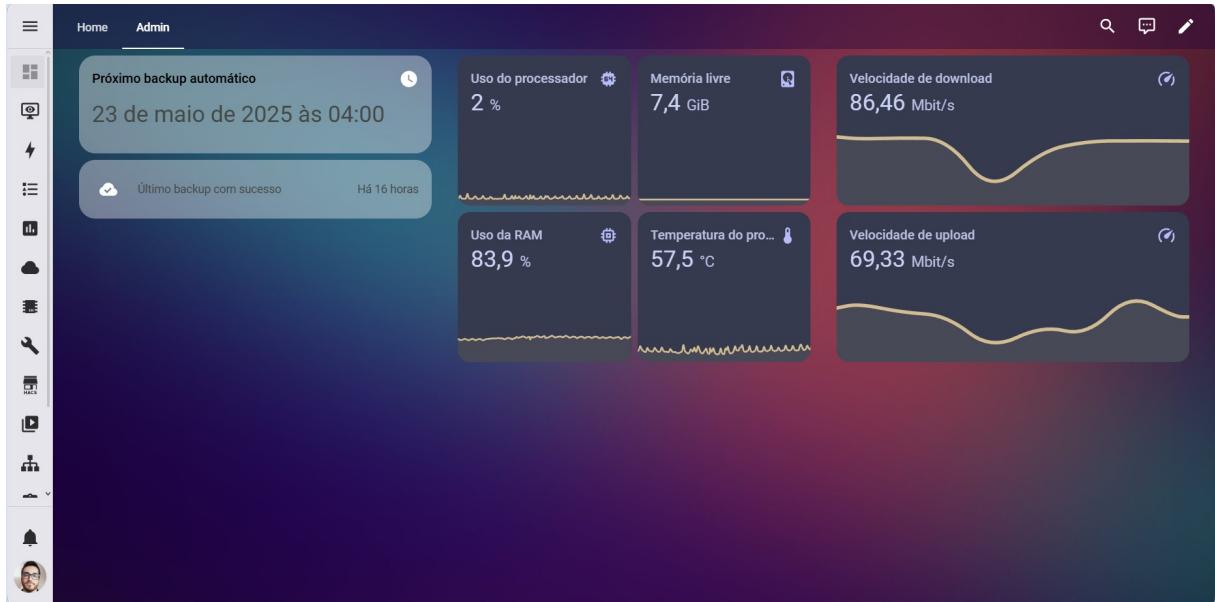
Fonte: Autoria própria (2025).

Na análise da instalação em Raspberry Pi, mais dispositivos inteligentes foram adicionados. Pela integração da Tuya os novos dispositivos foram a lâmpada LED RGB já citada, um sensor de movimento e uma tomada. Pela integração Sonoff os dispositivos incluídos foram um interruptor de três teclas, sensor para porta, um módulo interruptor e um botão. Os dois últimos utilizam o protocolo de comunicação ZigBee, logo, é necessária uma ponte que recebe os dados da rede ZigBee, converte a mensagem e a envia por WiFi. Além disso, foi adicionado um dispositivo reproduutor de mídia online que atua na televisão.

3.2.1 Dashboards

Além de replicar a dashboard com imagem interativa da casa, foi criada uma dashboard de administração do Home Assistant, apresentada na Figura 6, contendo informações sobre backup, hardware e dados da rede.

Figura 6 – Dashboard de administração.



Fonte: Autoria própria (2025).

Por meio da dashboard de administração é possível acompanhar a data do próximo backup agendado, bem como verificar a data do último backup realizado com sucesso. Além disso, são apresentados dados essenciais do hardware, como uso do processador, memória livre, uso da memória RAM e temperatura do processador. Esses dados são importantes para a avaliação do desempenho do hardware e serão utilizados nas análises posteriores. Complementando as informações, a dashboard também mostra a velocidade de download e upload da internet. A dashboard contribui para a identificação de possíveis problemas e facilita a visualização de dados importantes para o bom funcionamento.

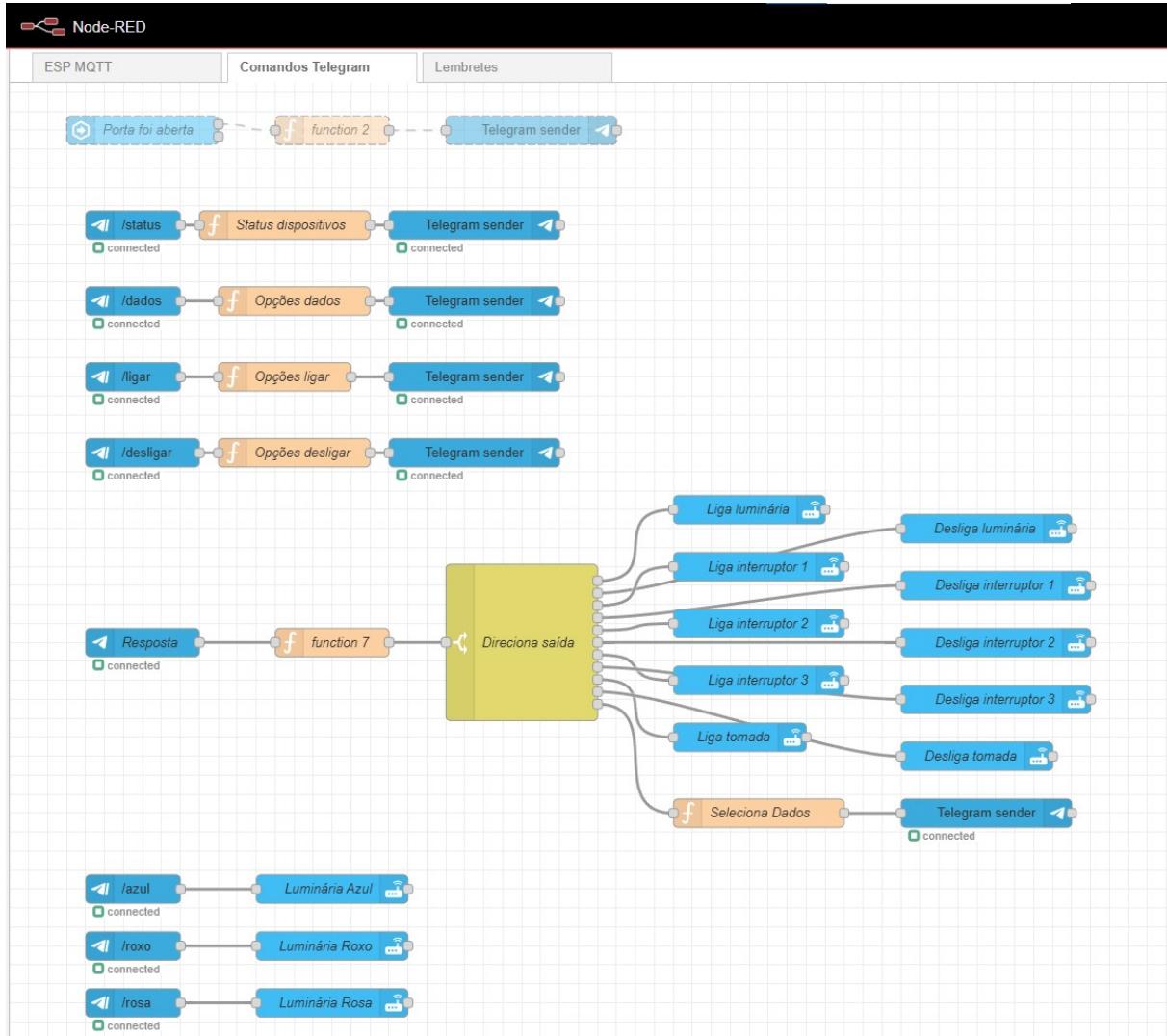
3.2.2 Automações

Algumas automações foram elaboradas utilizando ferramentas diferentes, de forma a atender as necessidades e se encaixar na rotina dos residentes. Pela plataforma do Home Assistant uma automação liga a tomada às 22 horas e outra a desliga às 6 horas. Também há uma automação que prepara o ambiente para assistir filmes e séries ao ligar a lâmpada LED RGB em cor roxa e abrir automaticamente um serviço de streaming no reproduutor de mídia da televisão ao pressionar uma das teclas do interruptor.

O Node-RED também foi utilizado para realizar automações integrando o aplicativo Telegram. Comandos programados no fluxo do Node-RED, apresentados na Figura 7

permitem executar várias atividades quando os mesmos são enviados no chat pelo usuário.

Figura 7 – Fluxo Node-RED responsável por comandos no Telegram.

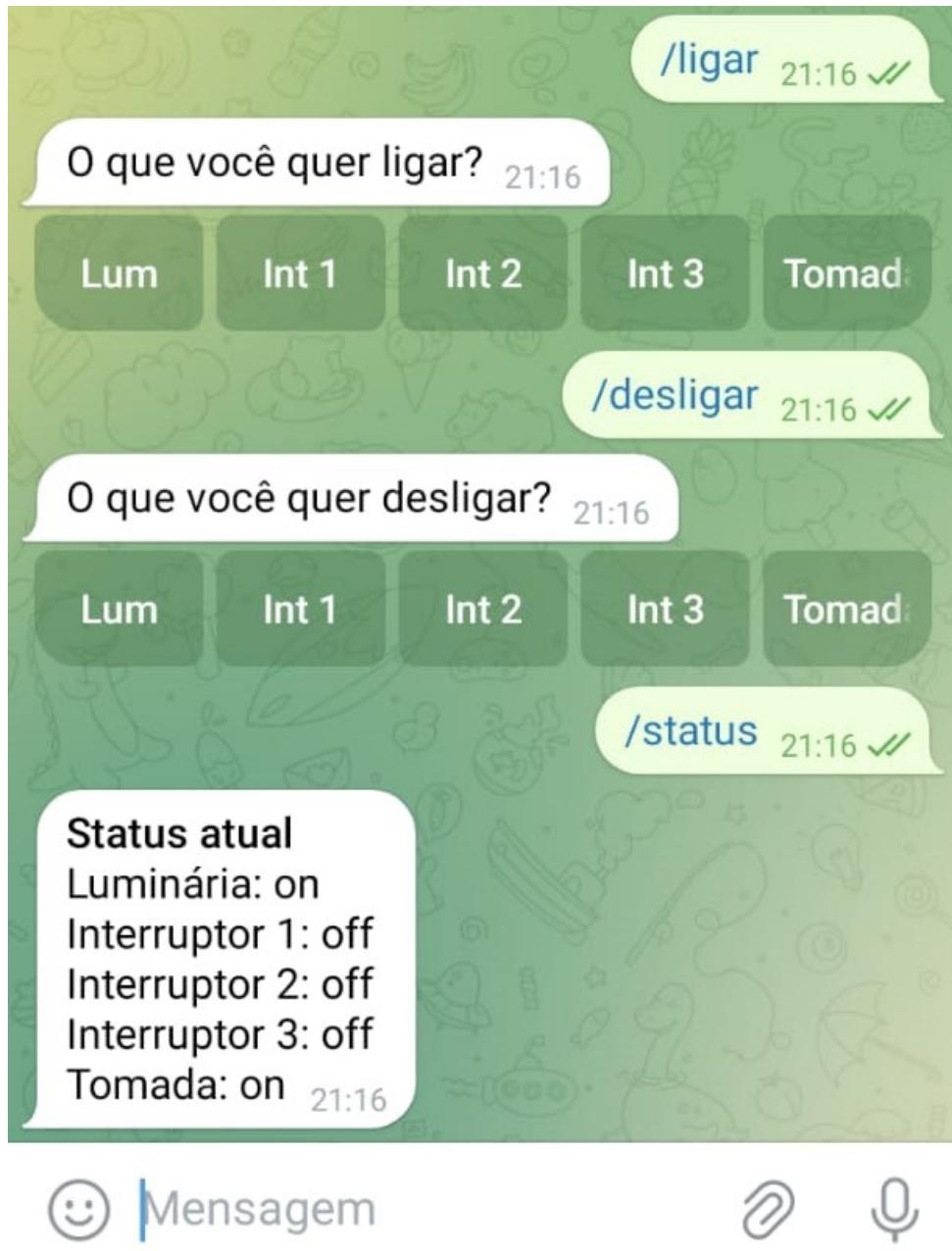


Fonte: Autoria própria (2025).

É possível ligar ou desligar os dispositivos através de comandos, que, quando enviados, geram como resposta botões interativos onde o usuário escolhe qual aparelho deve ser ligado ou desligado. Para a visualização de status dos dispositivos, foram criados dois comandos, sendo que um mostra todos os dispositivos e outro exibe os botões para escolher individualmente o status a ser exibido no chat. Ademais, é possível alterar a cor da lâmpada RGB para azul, roxo ou rosa, a depender do comando. Na Figura 8 é apresentado um trecho do chat do Telegram com os comandos de ligar e desligar e o comando de ver todos os status de dispositivos.

Complementando as funcionalidades do Node-RED integrado ao Telegram, foi criado um fluxo, expresso na Figura 9 que envia mensagens de lembrete aos membros da família para que se lembrem de suas tarefas domésticas diárias, para manter a organização da casa.

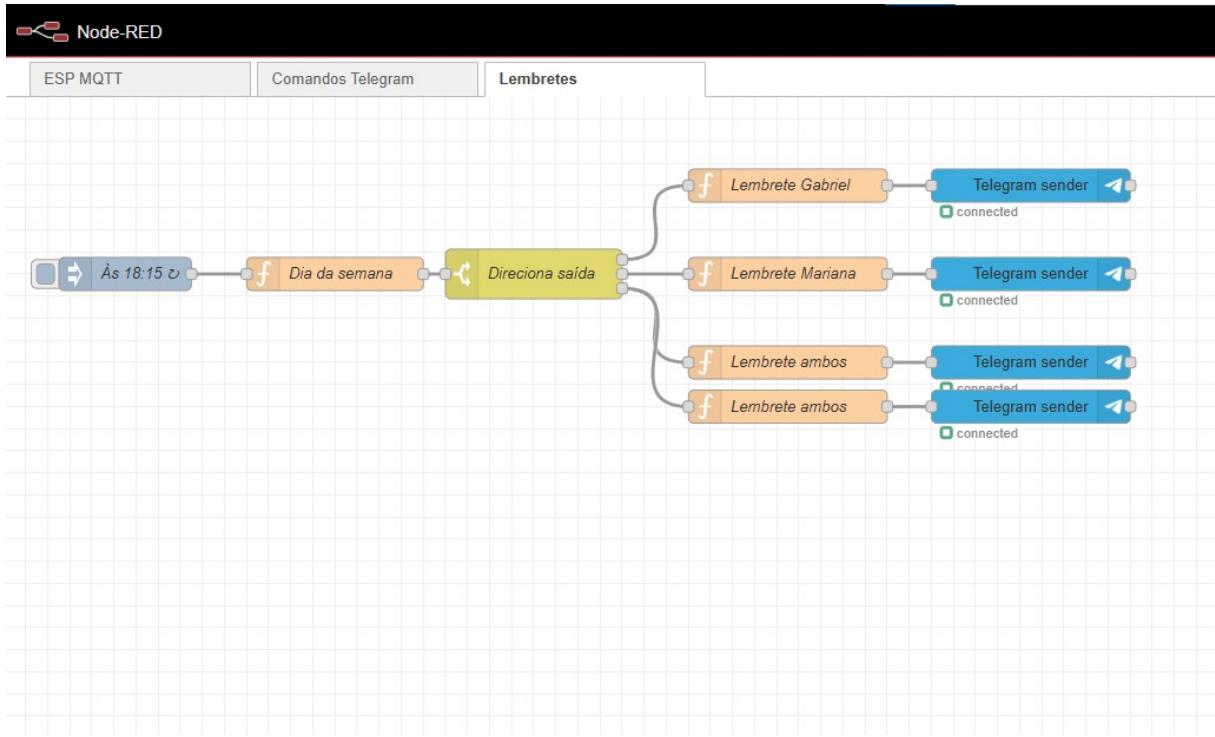
Figura 8 – Chat do Telegram com comandos.



Fonte: Autoria própria (2025).

Pela Alexa, uma automação desenvolvida tem como gatilho o acionamento de uma das teclas do interruptor e é configurada para acender a lâmpada RGB na cor branca com brilho de 1% por vinte segundos e depois apagá-la e desativar a tecla do interruptor. Tal automação foi elaborada com o intuito de proporcionar conforto à pessoa que se prepara para dormir, permitindo que ela se ajeite na cama com um brilho que não incomoda e não tenha que realizar uma ação adicional para desligar a lâmpada. Ainda foi desenvolvida uma automação que envia um aviso predefinido através da Echo Dot ao pressionar uma vez o botão ZigBee.

Figura 9 – Fluxo Node-RED responsável por lembretes no Telegram.



Fonte: Autoria própria (2025).

3.2.3 Acesso remoto

Para que os usuários possam acessar o Home Assistant e controlar seus dispositivos de qualquer lugar, sem necessariamente estarem conectados à rede local, foram usadas ferramentas para permitir o acesso remoto. O add-on Cloudflare criou um túnel entre o servidor local e a internet. Um domínio personalizado foi adquirido na plataforma Hostinger e configurado de forma a apontar tal domínio para o endpoint do túnel gerado pelo add-on. Para o êxito das configurações, foi necessário configurar os servidores DNS do domínio. O papel do DNS é localizar o endereço IP e entregar a URL correspondente. Ao solicitar a conexão de um domínio na Cloudflare, são disponibilizados dois servidores DNS, que são adicionados nas configurações de DNS do domínio na plataforma Hostinger. Ao concluir a configuração, tornou-se possível o acesso do Home Assistant remotamente utilizando o domínio.

3.2.4 Backups na Nuvem

O Home Assistant foi programado para realizar backups automáticos diariamente e salvar na memória interna. Entretanto, esse método não é totalmente seguro, pois se houver algum erro de hardware, o arquivo de backup será perdido. Para garantir a segurança dos backups realizados, foi instalado o add-on Home Assistant Google Drive Backup, que salva os backups automáticos direto em uma pasta do Google Drive do usuário. É possível configurar a frequência de salvamento e a quantidade de arquivos que se deseja manter.

Para a aplicação desenvolvida, os backups são realizados uma vez por dia e são mantidos os quatro mais recentes. Esse método garante que os backups estejam acessíveis mesmo em casos de falha física, como corrupção do cartão micro SD.

3.3 Hardware x86-64

A máquina utilizada para a instalação em hardware possui 8 GB de RAM, SSD com 120 GB e processador Intel Core I7-3770. A Figura 10 mostra a máquina montada.

Figura 10 – Máquina utilizada para a instalação.



Fonte: Autoria própria (2025).

Um pen drive foi configurado para realizar o boot na máquina com o sistema operacional Ubuntu. Dessa forma, a imagem do HAOS foi baixada e instalada no SSD através de ferramentas do Ubuntu.

Após a instalação, o último backup realizado no Home Assistant instalado na Raspberry Pi 3 foi restaurado na máquina, com o objetivo de ter as mesmas automações, dashboards, entidades, integrações, add-ons e configurações em ambas as instalações. Outro domínio foi comprado e configurado para possibilitar o acesso remoto dessa versão.

3.4 Testes e análises dos servidores

Com a mesma versão do backup nos servidores, o contexto de testes ficou justo e foi possível analisar o desempenho e particularidades de cada um deles, buscando entender as situações que se adequam às diferentes instalações. Os testes realizados consistiram em deixar cada servidor com o Home Assistant instalado responsável pelo controle dos dispositivos inteligentes de uma residência por um determinado período. Durante esse tempo, foram observados o desempenho da plataforma e eventuais falhas ou limitações específicas de cada tipo de instalação. O contexto dos testes foi intencionalmente alinhado ao propósito original da plataforma, que é atuar em um ambiente de automação residencial real, permitindo assim uma análise mais prática da eficiência de cada abordagem.

4 Resultados e Discussões

A primeira abordagem a ser analisada foi a instalação em máquina virtual. Este foi escolhido para o início pela simplicidade de instalação, pois não depende de hardware dedicado, além de oferecer um ambiente de fácil configuração, ideal para fins didáticos, aprendizagem e prototipagem inicial dos recursos da plataforma. O ambiente virtualizado permite isolar o sistema de automação do sistema operacional principal, o que facilita a realização de testes. Após a configuração da máquina virtual a ser criada e a instalação da imagem do Home Assistant, foi realizada a configuração da plataforma para os testes.

Para análise desse método, foi levado em consideração o impacto do funcionamento do servidor virtualizado sobre o desempenho do notebook. Para isso, foi utilizado o Gerenciador de Tarefas do Windows para analisar os dados. A Figura 11 mostra os dados apresentados no Gerenciador de Tarefas durante a inicialização do sistema operacional do Home Assistant no ambiente virtualizado.

Figura 11 – Dados do Gerenciador de Tarefas durante inicialização do servidor.

Processos	Desempenho	Histórico de aplicativos	Iniciar	Usuários	Detalhes	Serviços			
Nome	Status	11% CPU	63% Memória	1% Disco	0% Rede	2% GPU	Mecanismo de GPU	Uso de energia	Tendência de uso de energ...
Aplicativos (3)									
VirtualBox Virtual Machine	Ativo	10,4%	614,8 MB	0,8 MB/s	0 Mbps	0%		Alta	Baixa
Home Assistant [Executando] ..	Ativo	0%	61,3 MB	0 MB/s	0 Mbps	0%		Muito baixo	Muito baixo
VirtualBox Manager	Ativo	0,2%	28,1 MB	0 MB/s	0 Mbps	0%		Muito baixo	Muito baixo
Gerenciador de Tarefas	Ativo								

Fonte: Autoria própria (2025).

Nesse cenário, a aplicação VirtualBox Virtual Machine, onde o servidor está sendo executado, consome 10,4% da CPU e 614,8 Mb de memória RAM, totalizando aproximadamente 63% de uso da memória RAM do notebook. Ademais, apresenta um consumo de energia classificado como alto pelo Gerenciador de Tarefas.

A mesma análise foi realizada com o servidor já em operação, ou seja, após o processo de inicialização. A Figura 12 apresenta os dados obtidos pelo Gerenciador de Tarefas durante essa etapa dos testes.

Nesse momento, o uso da CPU ficou em 9,9%, apresentando uma pequena redução em comparação à etapa de inicialização. Entretanto, o uso da memória RAM apresentou um grande aumento, atingindo 1490 Mb, totalizando 81% do uso da memória RAM do notebook. O consumo de energia continuou classificado como alto.

Percebe-se a utilização elevada de memória RAM do notebook ao utilizar o servidor de forma virtualizada, além de impactar no consumo de energia. Tais impactos podem limitar o usuário caso ele queira executar outras aplicações simultaneamente na

Figura 12 – Dados do Gerenciador de Tarefas durante uso do servidor.

Processos		Nome	Status	11% CPU	81% Memória	3% Disco	0% Rede	2% GPU	Mecanismo de GPU	Uso de energia	Tendência de uso de energ...
Aplicativos (3)		> VirtualBox Virtual Machine		9,9%	1.490,0 MB	2,3 MB/s	0 Mbps	0%		Alta	Baixa
> VirtualBox Manager				0,1%	61,2 MB	0 MB/s	0 Mbps	0%		Muito baixo	Muito baixo
> Gerenciador de Tarefas				0,2%	27,9 MB	0,1 MB/s	0 Mbps	0%		Muito baixo	Muito baixo

Fonte: Autoria própria (2025).

mesma máquina. Os testes ocorreram de forma satisfatória, sendo fundamentais para a familiarização com a interface da plataforma e verificação da capacidade de integração com dispositivos inteligentes, destacando sua utilidade para testes e prototipagens e revelando limitações quanto à sua utilização em cenários de operação contínua.

Após o primeiro contato com a plataforma Home Assistant pela máquina virtual, outro teste foi realizado utilizando a Raspberry Pi 3 Modelo B. Além da lâmpada inteligente RGB utilizada no teste anterior, foram adicionados o sensor de movimento, a tomada, os interruptores, sensor de porta e o botão. Dessa forma, foi possível desenvolver automações para realizar os testes em ambiente próprio para o objetivo da plataforma.

A Raspberry Pi 3 foi implementada como servidor principal do Home Assistant na residência, permitindo a realização do controle dos dispositivos inteligentes integrados ao sistema. A placa foi instalada em um case oficial da marca visando a acomodação adequada e maior proteção. Ademais, um dissipador de calor adicionado à CPU colaborou na tentativa de minimizar o risco de superaquecimento durante o funcionamento contínuo.

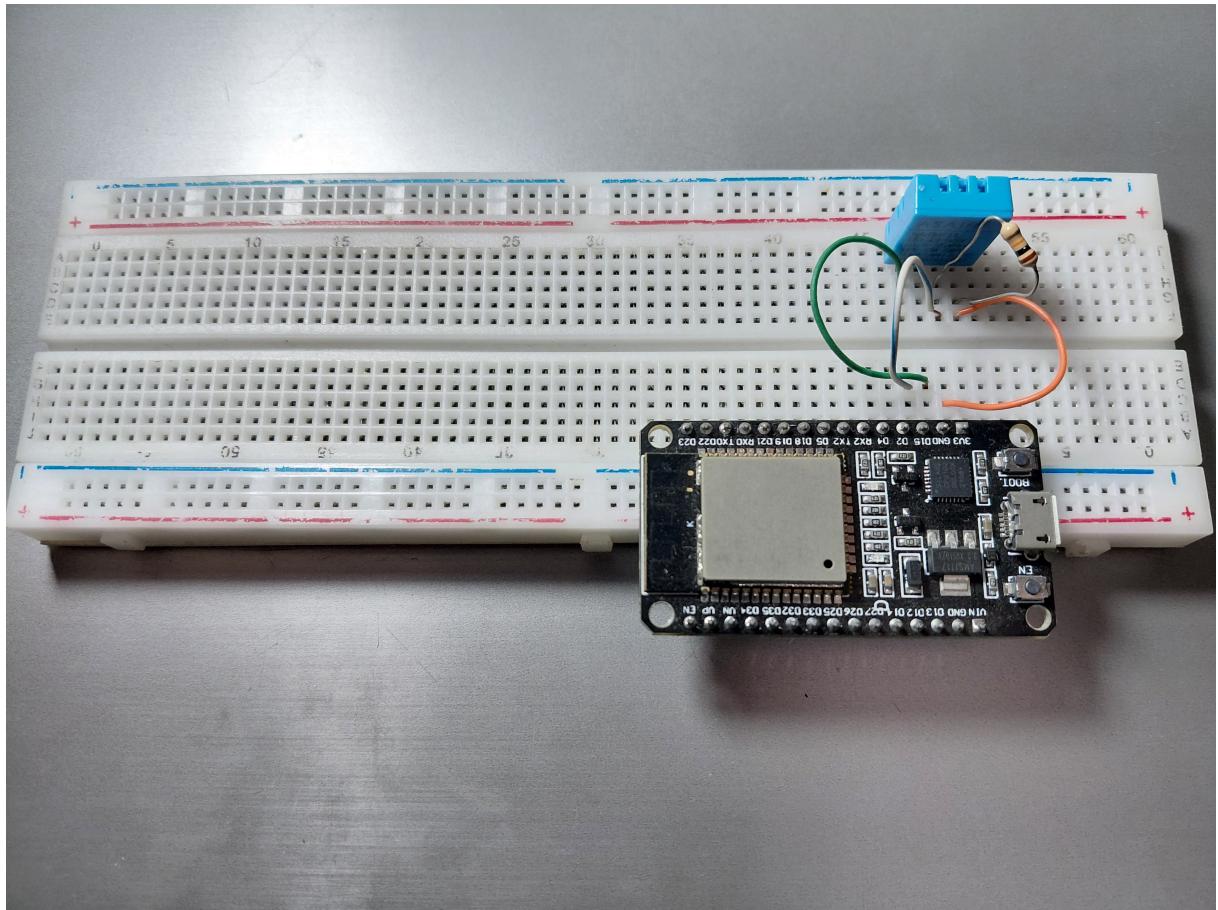
Com a adição de novos dispositivos ao sistema, ocorreram expansões com o objetivo de tornar a automação residencial em questão mais robusta, eficiente e funcional. As melhorias aumentaram o controle sobre os ambientes da casa além de permitirem maior compreensão do potencial da plataforma Home Assistant.

Um add-on muito utilizado no desenvolvimento de ambientes inteligentes no Home Assistant é o ESPHome. O ESPHome é uma plataforma de código aberto que simplifica o processo de criação de firmwares personalizados para microcontroladores com Wi-Fi ([ESPHOME](#)). O add-on permite a criação de dispositivos de casa inteligente personalizados com arquivos de configuração YAML simples através de sua interface. Os códigos permitem controlar sensores, atuadores e outros periféricos de forma intuitiva e possibilita o monitoramento em tempo real.

Com o objetivo de explorar essa ferramenta, foi montado um circuito na protoboard composto por uma ESP32 e o sensor de temperatura e umidade DHT11, conforme a Figura 13

As configurações necessárias foram feitas na interface do ESPHome no Home

Figura 13 – Circuito com ESP32 e DHT11 para integração com Home Assistant.



Fonte: Autoria própria (2025).

Assistant e o procedimento de compilação e envio do firmware ao dispositivo foi iniciado. Entretanto, um erro foi reportado no console da aplicação durante o processo de envio do firmware ao microcontrolador, como observado na Figura 14. O erro em questão impediu a gravação do código e a posterior comunicação com o sistema.

Em busca de soluções, fóruns e comunidades técnicas voltadas ao Home Assistant foram consultadas. As pesquisas levantaram a hipótese de o uso elevado da memória RAM da Raspberry Pi 3 ter sido o causador do erro. Uma nova tentativa de enviar o firmware se iniciou, e ao mesmo tempo o gráfico em tempo real gerado pelo Home Assistant que monitora o uso da memória RAM foi analisado a fim de investigar a possibilidade, e os resultados obtidos podem ser visualizados na Figura 15

Durante o processo, o consumo da memória RAM subiu rapidamente e em determinado momento atingiu um pico de 91,4% de ocupação. Imediatamente após esse ponto de máximo houve uma queda abrupta no consumo. O momento do pico que precedeu a queda no consumo foi o mesmo em que o erro foi gerado novamente no console da aplicação, apontando como causa da falha a insuficiência momentânea de recursos computacionais. O momento da falha que definiu o fim do processo de envio do firmware para a ESP32

Figura 14 – Console de download de firmware do ESPHome apresentando o erro.

```
Download dht.yaml

INFO ESPHome 2025.2.2
INFO Reading configuration /config/esphome/dht.yaml...
INFO Generating C++ source...
INFO Compiling app...
Processing dht (board: esp32dev; framework: arduino; platform: platformio/espressif32@5.4.0)
-----
HARDWARE: ESP32 240MHz, 320KB RAM, 4MB Flash
- toolchain-xtensa-esp32 @ 8.4.0+2021r2-patch5
Dependency Graph
|--- AsyncTCP-esphome @ 2.1.4
|--- WiFi @ 2.0.0
|--- FS @ 2.0.0
|--- Update @ 2.0.0
|--- ESPAsyncWebServer-esphome @ 3.2.2
|--- DNSServer @ 2.0.0
|--- ESPmDNS @ 2.0.0
|--- noise-c @ 0.1.6
Linking .pioenvs/dht/firmware.elf
collect2: fatal error: ld terminated with signal 9 [Killed]
compilation terminated.
*** [.pioenvs/dht/firmware.elf] Error 1
----- [FAILED] Took 112.05 seconds -----
```

Fonte: Autoria própria (2025).

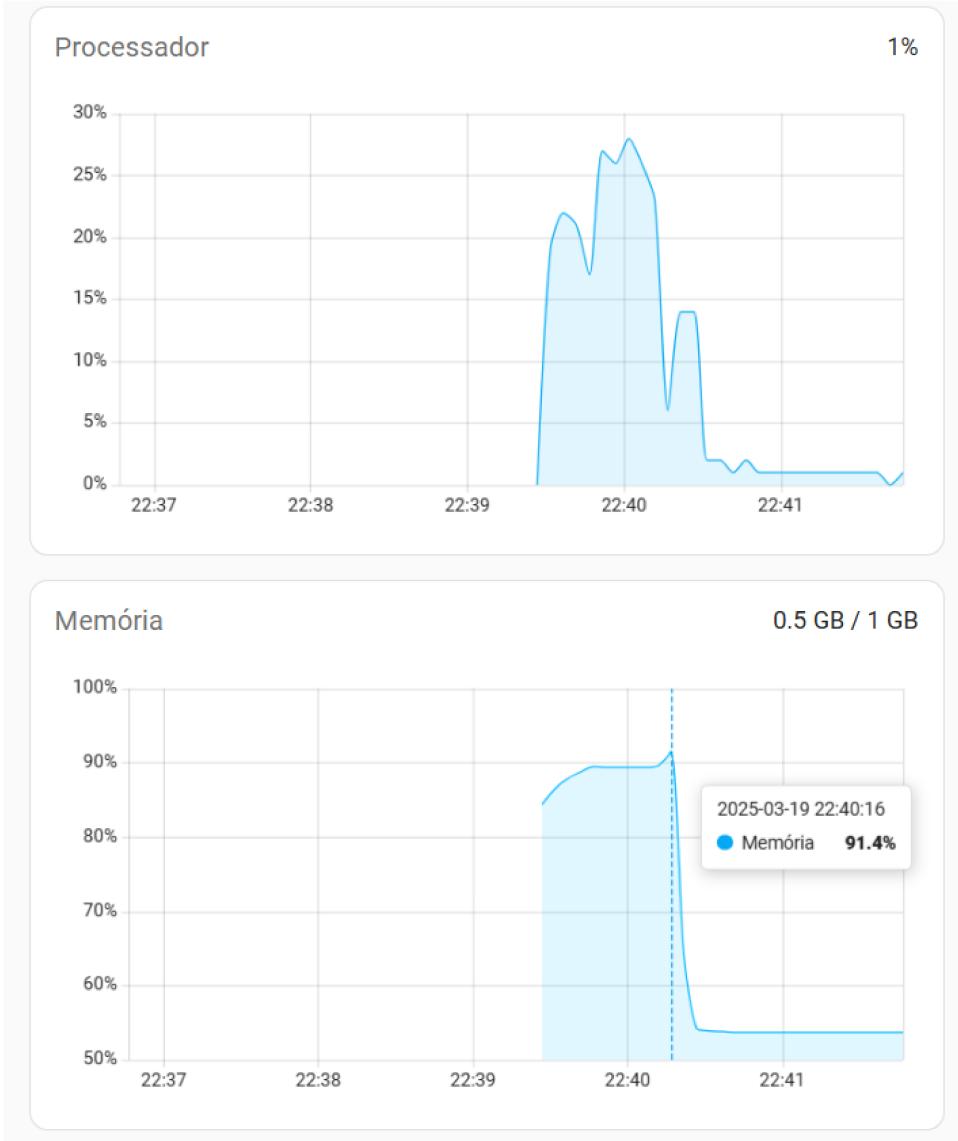
também marcou uma grande diminuição no nível de utilização do processador. Entretanto, a quantidade utilizada durante o processo não afetou o funcionamento do sistema.

Após a ocorrência desse episódio, a análise do comportamento do consumo de memória RAM tornou-se necessária. Em um cenário real de automação residencial com Home Assistant, vários add-ons podem ser considerados cruciais durante a execução do sistema a depender da complexidade e da configuração dos dispositivos e automações existentes. Dessa forma, os add-ons Node-RED e Home Assistant Google Drive Backup foram deixados em funcionamento, por serem os dois principais para a aplicação, além das diversas integrações necessárias para o funcionamento do sistema em geral. O mesmo gráfico de consumo de memória RAM foi analisado para compreender como o sistema se comporta em seu funcionamento contínuo executando suas funções. Os resultados obtidos estão apresentados na Figura 16.

Através da análise percebe-se que o consumo de memória RAM ficou entre aproximadamente 62,2% e 67,1% com os dois add-ons em funcionamento, além de não ultrapassar 2% de utilização do processador. O mesmo teste foi realizado deixando apenas o add-on Node-RED em funcionamento. Os resultados obtidos se encontram na Figura 17.

Novamente o uso do processador não excedeu 2%, enquanto o uso da memória

Figura 15 – Gráfico de uso de memória RAM e do processador no momento do download.



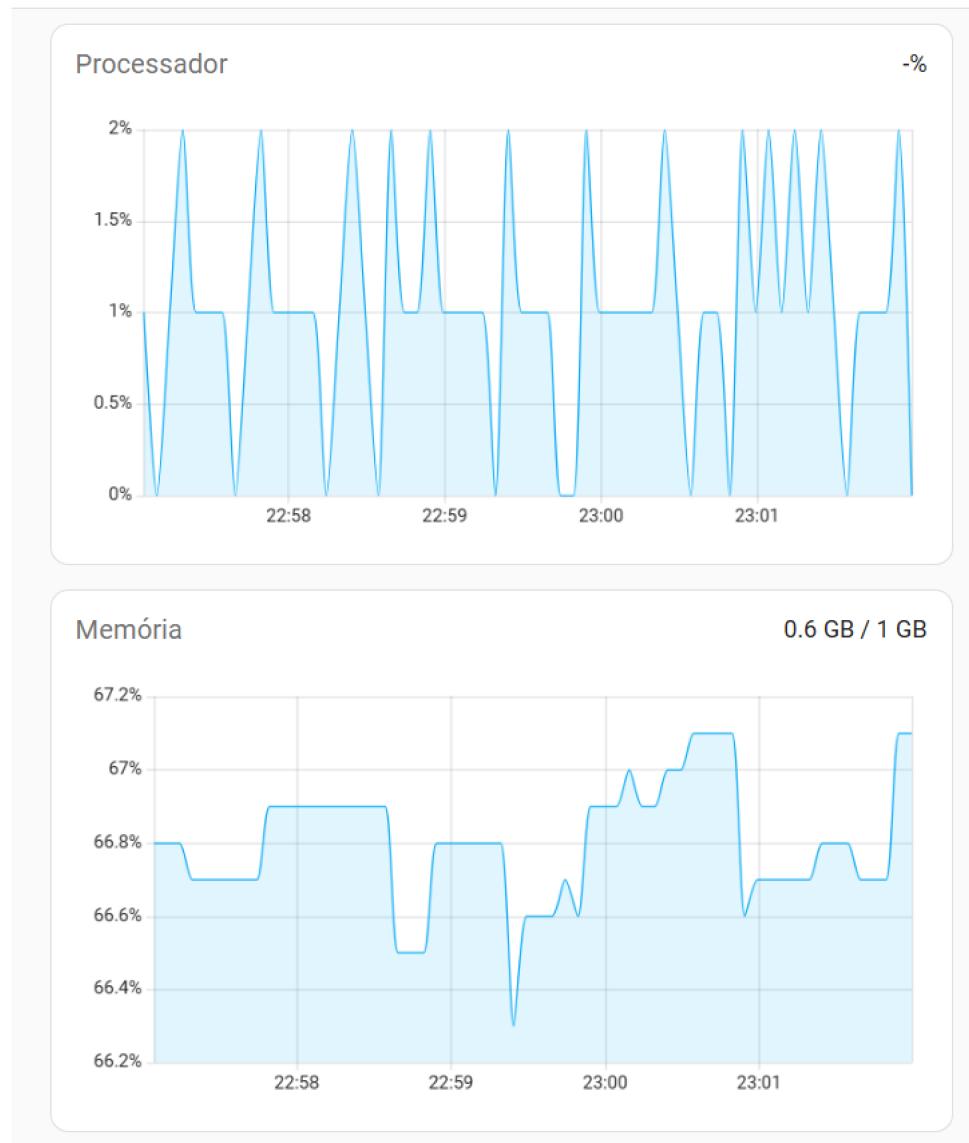
Fonte: Autoria própria (2025).

RAM ficou entre 65,2% e 66,1%. Portanto, boa parte da memória RAM da Raspberry Pi 3 é utilizada em processos básicos do Home Assistant e o consumo se mantém estável durante o uso contínuo se outros processos não forem requeridos.

Para contornar a situação e conseguir utilizar a ESP32 e o DHT11 para ler e enviar dados de temperatura ambiente ao Home Assistant, a solução encontrada foi utilizar o protocolo MQTT. O MQTT é um protocolo leve amplamente utilizado em sistemas de automação residencial por sua eficiência na troca de dados.

Para viabilizar a comunicação, um código foi desenvolvido para a ESP32 na plataforma Arduino IDE utilizando três bibliotecas. A biblioteca WiFi.h conectou a ESP32 à rede WiFi local, enquanto a biblioteca DHT.h foi responsável por permitir a leitura dos dados de temperatura vindos do sensor. Para transformar a ESP32 em um cliente MQTT,

Figura 16 – Gráfico de uso de memória RAM e do processador com dois add-ons.



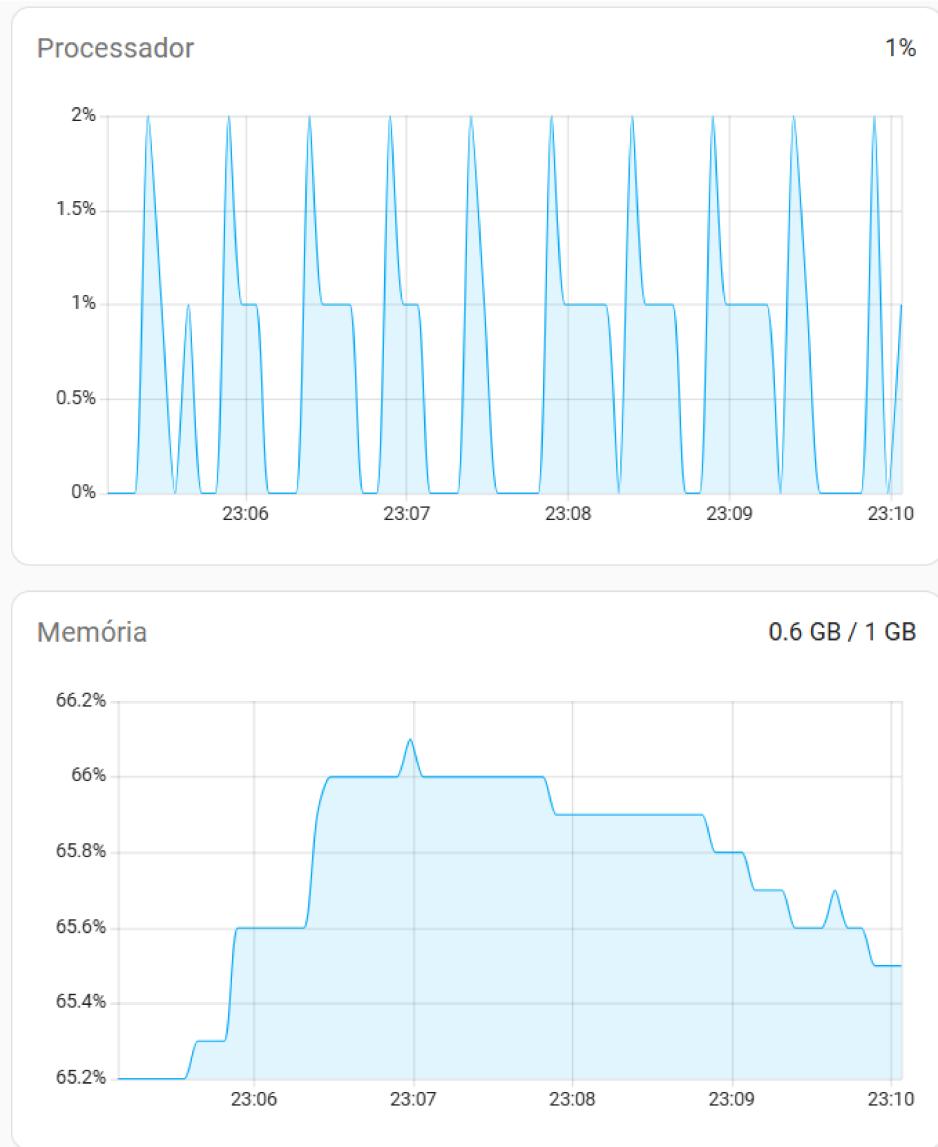
Fonte: Autoria própria (2025).

foi utilizada a biblioteca PubSubClient.h, que possibilitou a publicação de dados em um tópico de um broker.

Com o código implementado na ESP32, foi necessário um broker MQTT, que tem o papel de receber as mensagens publicadas nos tópicos. A Raspberry Pi 3 em que o servidor foi instalado se transformou em um broker MQTT devido à paleta do Node-RED chamada node-red-contrib-aedes. Essa paleta permite, com apenas um nó no fluxo, transformar o dispositivo que esteja executando o Node-RED em um broker MQTT.

Após a configuração do broker, a ESP32 passou a enviar periodicamente os dados lidos pelo sensor DHT11 para um tópico MQTT. O Node-RED, atuando como broker e também como ferramenta de monitoramento, passou a receber esses dados, viabilizando a integração com o Home Assistant.

Figura 17 – Gráfico de uso de memória RAM e do processador com Node-RED.



Fonte: Autoria própria (2025).

Durante o uso contínuo do Home Assistant instalado na Raspberry Pi 3 para controlar a residência, foi enfrentado um problema que comprometeu a estabilidade do sistema. Em algumas situações, o servidor desligou de maneira inesperada, interrompendo as automações e todo o controle automatizado da casa. Com isso, houve a necessidade de investigar as possíveis causas das quedas no servidor.

A dashboard de administração criada no sistema se mostrou útil, pois apresenta dados relevantes para situações como essa. Ao realizar o religamento manual do sistema, os registros e dados apresentados nessa tela foram analisados a fim de compreender o seu comportamento nas falhas. As análises revelaram um padrão recorrente, onde, nas duas ocasiões em que ocorreram o desligamento repentino do sistema, a temperatura da CPU da Raspberry Pi 3 estava acima ou próxima de 66°C por um período considerável de tempo.

A Figura 18 apresenta o gráfico da temperatura da CPU próximo a data da primeira falha. O gráfico mostra os dados de 27 de junho (sexta-feira) até 29 de junho (domingo), data da queda. Observa-se que desde sexta a temperatura ultrapassa 66°C e se mantém em valores próximos ou maiores, até que, no ponto em destaque no gráfico, ela atinge 67,1°C e o sistema desliga. Após esse momento, o gráfico apresenta o valor constante de 67,1°C pois foi o último valor lido.

Figura 18 – Gráfico de temperatura da CPU próximo à primeira falha.



Fonte: Autoria própria (2025).

A Figura 19 mostra o acompanhamento dos dados de temperatura pelo gráfico por uma semana até o momento do desligamento. É possível perceber que, em determinado momento, a temperatura do processador excede 66°C, entretanto, não permanece próximo a esse valor por muito tempo. Mas, quando essa situação ocorreu e a temperatura não abaixou após um período de tempo considerável, o sistema apresentou a falha.

Figura 19 – Gráfico de temperatura da CPU uma semana antes da primeira falha.

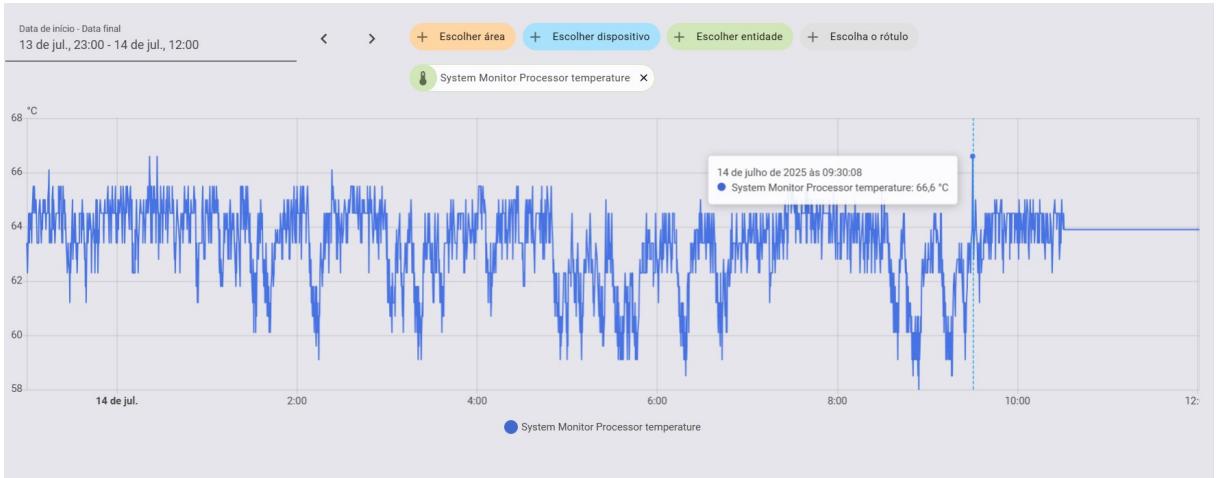


Fonte: Autoria própria (2025).

A mesma análise foi realizada para o outro caso de desligamento do servidor, que ocorreu no dia 14 de julho. Conforme a Figura 20, a temperatura do processador no dia

da falha se manteve constantemente próxima a 66°C, atingindo o máximo de 66,6°C em algumas medições.

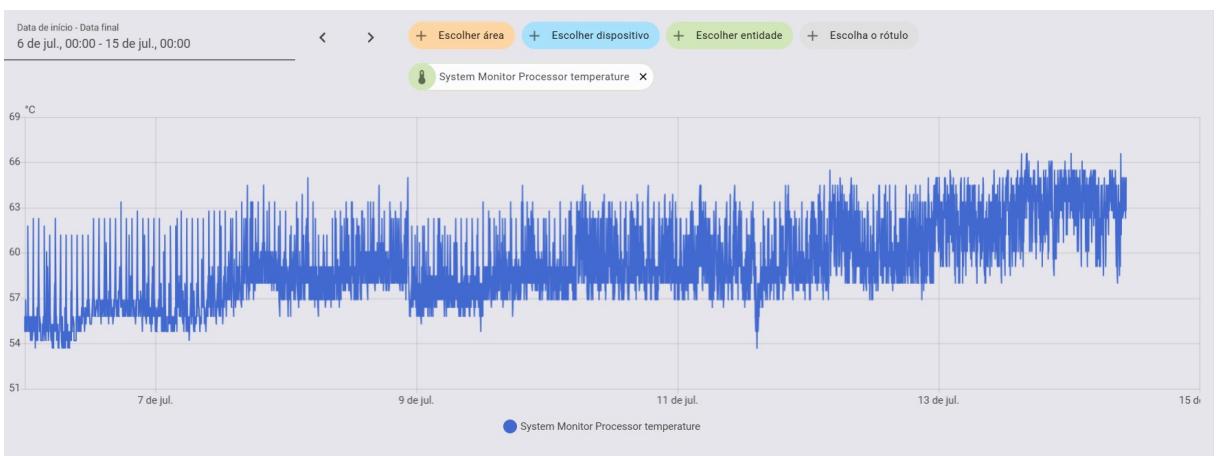
Figura 20 – Gráfico de temperatura da CPU próximo à segunda falha.



Fonte: Autoria própria (2025).

O gráfico referente aos dados registrados durante uma semana até o momento do desligamento é expresso na Figura 21. A análise desse gráfico permite visualizar que ao longo dos dias a temperatura do processador não se aproxima tanto de 66°C quanto nos dias 13 e 14 de julho. Novamente, quando a temperatura permaneceu um tempo considerável próximo a 66°C, o sistema desligou.

Figura 21 – Gráfico de temperatura da CPU uma semana antes da segunda falha.



Fonte: Autoria própria (2025).

Esse comportamento apontou para uma possível relação direta entre o superaquecimento do processador e os desligamentos inesperados. O uso do dissipador de calor se mostrou insuficiente para manter a estabilidade do sistema funcionando de maneira contínua. Dessa maneira, evidenciou-se a importância de adotar métodos adequados de resfriamento, principalmente quando o hardware é mantido em funcionamento contínuo, como é o caso do servidor.

Diante da situação de insuficiência da memória RAM para alguns processos, evidenciada na etapa de instalação de firmware do ESPHome na ESP32, e de sua taxa de utilização durante processos cruciais em tempo contínuo, evidenciada pela análise dos gráficos, foi realizada uma análise comparativa com alternativas de hardware.

A primeira hipótese foi uma Raspberry Pi 3 Modelo B com 8 Gb de RAM. Além disso, também foi considerada a opção de um mini PC também de 8 Gb de memória. Ao pesquisar os preços de mercado, constatou-se que o preço de uma Raspberry Pi 3 com 8 Gb pode ultrapassar o preço de determinados mini PCs, conforme a Figura 22, obtida em sites da Internet.

Figura 22 – Preço de Raspberry Pi 4 e Mini Pc.



Fonte: Autoria própria (2025).

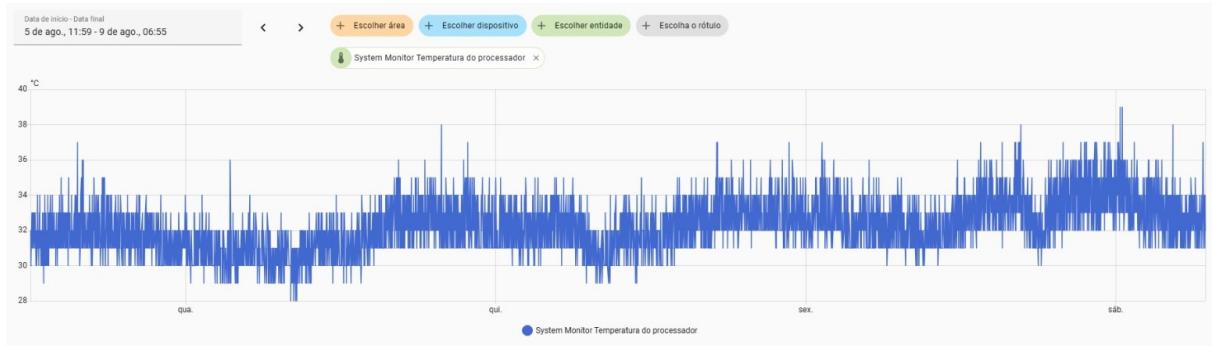
A utilização do mini PC se mostra vantajosa não somente no custo, mas também pela maior capacidade de armazenamento, processadores mais potentes e dissipação térmica mais eficiente. O mini PC também oferece maior flexibilidade na instalação do Home Assistant, pois oferece a opção de instalação em hardware ou soluções baseadas em contêineres, como o Docker. A segunda abordagem permite que o usuário utilize o sistema operacional da máquina para outras finalidades, aproveitando assim os recursos computacionais disponíveis.

O último método a ser testado foi a instalação em hardware, que consiste na gravação do sistema operacional Home Assistant em um dispositivo de armazenamento. Para os testes, o Home Assistant OS foi instalado em um SSD de 120 Gb de memória. Para obter um ambiente de testes igual ao caso anterior, o backup do Home Assistant da Raspberry Pi 3 foi carregado na aplicação da nova máquina.

Durante o período de testes, o sistema se manteve estável e não apresentou desligamentos inesperados. O servidor foi fisicamente instalado no Laboratório de Automação, Sistemas Eletrônicos e Controle (LASEC) da Universidade Federal de Uberlândia (UFU) e permaneceu ligado durante o uso contínuo do sistema. Assim como no experimento realizado com a Raspberry Pi 3, o controle dos dispositivos ocorreu pelas integrações nativas das marcas, possibilitando que o dispositivo seja controlado mesmo não estando na mesma rede do servidor.

O computador utilizado apresenta uma ventoinha dedicada ao resfriamento do processador e ajudou a manter temperaturas mais baixas em comparação com as temperaturas registradas na Raspberry Pi 3. O gráfico de temperatura da CPU foi analisado para entender o comportamento dessa grandeza durante o uso contínuo do sistema. A Figura 23 mostra a temperatura durante quatro dias.

Figura 23 – Gráfico da temperatura da CPU do computador.



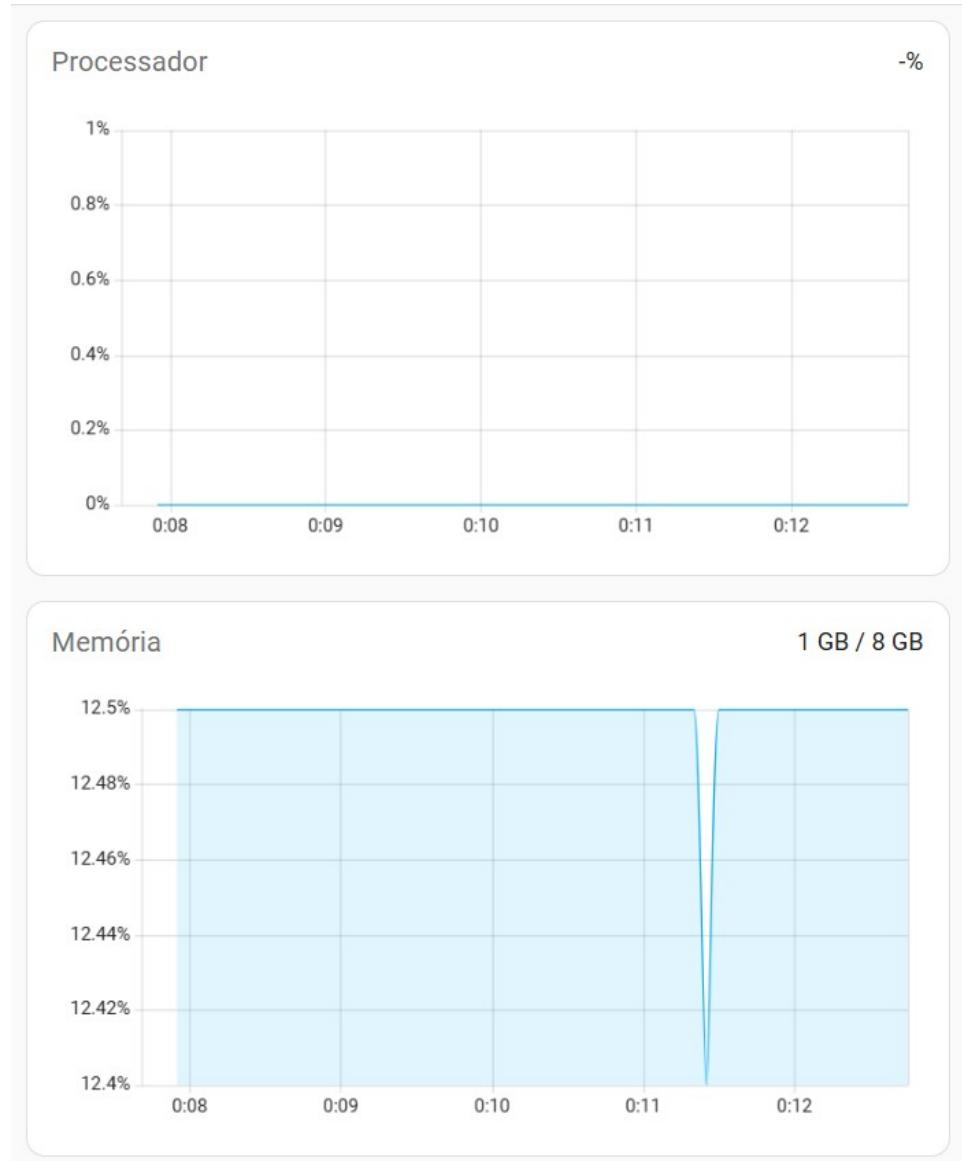
Fonte: Autoria própria (2025).

A análise revela a diferença da temperatura da CPU do computador em relação à da Raspberry Pi 3. A temperatura se manteve entre 28°C e 39°C no período analisado, apontando a eficiência do sistema de resfriamento realizado pela ventoinha. Esse sistema garantiu a estabilidade térmica, sendo um fator relevante para a confiabilidade do sistema em uso contínuo durante os testes.

Os gráficos referentes ao consumo de memória RAM e uso do processador foram analisados durante o uso do sistema com múltiplos add-ons e integrações em execução simultânea. A Figura 24 apresenta os gráficos em questão.

O processador apresentou baixo nível de exigência. A memória RAM, em uso contínuo, é exigida em uma taxa de aproximadamente 12,5%, o correspondente a 1 Gb. Devido às suas especificações técnicas, o servidor do computador apresentou baixo nível de uso de seus recursos computacionais, podendo suportar vários add-ons, integrações e interações com automações de forma simultânea.

Figura 24 – Gráfico de uso de memória RAM e do processador do servidor do computador.



Fonte: Autoria própria (2025).

5 Conclusão

A automação residencial, quando aplicada conforme as necessidades dos usuários, se mostra uma ferramenta poderosa para a simplificação da rotina cotidiana. Além de incorporar tecnologia à residência, ela oferece mais conforto, praticidade e eficiência, obtendo resultados como economia de tempo, organização e economia de energia.

O Home Assistant é uma plataforma completa que oferece diversas soluções para automatização da casa e até mesmo segurança de uma residência, integrando dispositivos de diversas marcas em um só sistema. Além disso, é uma plataforma extremamente personalizável, podendo ser configurada para atender às necessidades e exigências do usuário.

A instalação do Home Assistant em máquina virtual é útil em ambientes de aprendizado e testes, pois é possível realizá-la no próprio notebook ou máquina, eliminando a necessidade de um hardware dedicado. Para pessoas em fase de aprendizagem e familiarização com a ferramenta, ou até em ambientes acadêmicos, a instalação em máquina virtual atende bem. Contudo, para aplicações práticas de automação em uma residência, sua utilização se torna limitada, já que a máquina precisa permanecer ligada continuamente para que o sistema esteja operacional.

Ao ser instalado em uma Raspberry Pi, o Home Assistant atendeu a algumas necessidades relacionadas ao uso contínuo e em situação real. O sistema funcionou de forma autônoma, sem que o usuário precisasse ligar o equipamento manualmente para utilizá-lo. Além disso, foi capaz de suportar expansões no sistema de automação, ampliando sua aplicabilidade em cenários reais. Entretanto, a depender das especificações computacionais, podem surgir limitações quanto ao uso contínuo, pois ao deixar o sistema mais complexo, o uso de aplicações simultâneas aumenta de forma a afetar o desempenho. Ademais, essa instalação atende às necessidades de uso pessoal, mas a necessidade de pequenas manutenções por parte do usuário inviabiliza essa instalação em aplicações profissionais que demandam maior robustez e confiabilidade.

A instalação em hardware se mostrou eficiente e rápida, conseguindo suportar diversas tarefas ativas simultaneamente, graças ao poder computacional e à presença de sistema de resfriamento. Sua confiabilidade e capacidade de operar continuamente sem necessidade de intervenções frequentes tornam essa solução a mais indicada para ambientes profissionais e para residências que exigem um sistema de automação robusto e duradouro.

Assim, o Home Assistant se apresenta como uma plataforma flexível e de grande potencial no campo da automação residencial. O sistema possibilita aprendizado e experimentação em ambientes acadêmicos e é capaz de atender situações reais, se instalado

no hardware adequado. A sua evolução e a grande comunidade de desenvolvedores que utilizam a plataforma reforçam a ideia de que a automação residencial é uma realidade em expansão.

Referências Bibliográficas

- BANERJI, S.; CHOWDHURY, R. S. On ieee 802.11: wireless lan technology. *International Journal of Mobile Network Communications & Telematics*, 2013. Disponível em: <<https://doi.org/10.48550/arXiv.1307.2661>>. Citado na página 12.
- DOMINGUEZ, F. S. V. H. M. *Domótica: Un enfoque sociotécnico*. Universidad Politécnica de Madrid, 2006. Disponível em: <https://www.academia.edu/download/50755280/libro_domotica.pdf>. Acesso em: 02 de junho de 2025. Citado na página 11.
- ELAHI, A.; GSCHWENDER, A. *ZigBee wireless sensor and control network*. Pearson Education, 2009. Disponível em: <<https://dokumen.pub/zigbee-wireless-sensor-and-control-network-9780137134854-0137134851.html>>. Citado na página 12.
- ESPHOME. *ESPHome - Smart Home Made Simple*. ESPHome. Disponível em: <<https://esphome.io/index.html>>. Acesso em: 30 de julho de 2025. Citado na página 26.
- FICE. *History of the Internet of Things*. 2021. Fice. Disponível em: <<https://www.fice.in/history-of-the-internet-of-things/>>. Acesso em: 03 de junho de 2025. Citado na página 13.
- GOKHALE, P.; BHAT, O.; BHAT, S. Introduction to iot. *International Advanced Research Journal in Science, Engineering and Technology*, v. 5, n. 1, p. 41–44, 2018. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Omkar-Bhat/publication/330114646_Introduction_to_IOT/links/5c2e31cf299bf12be3ab21eb/Introduction-to-IOT.pdf>. Acesso em: 03 de junho de 2025. Citado na página 13.
- Home Assistant. *Documentation*. 2025. Home Assistant. Disponível em: <<https://www.home-assistant.io/installation/>>. Acesso em: 03 de junho de 2025. Citado 2 vezes nas páginas 14 e 15.
- HUIDOBRO, J. M.; TEJEDOR, R. J. M. *Manual de domótica*. Creaciones Copyright SL, 2010. Disponível em: <https://books.google.com.br/books?hl=en&lr=&id=V6IzqqDcfF8C&oi=fnd&pg=PR1&ots=ttQdos08gL&sig=dL5OsBO3n7euaz-G1immFXLPAeI&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false>. Citado na página 11.
- IBGE. *Internet foi acessada em 72,5 milhões domicílios do país em 2023*. 2024. IGGE.GOV. Disponível em: <<https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/41024-internet-foi-acessada-em-72-5-milhoes-de-domicilios-do-pais-em-2023>>. Acesso em: 27 de maio de 2025. Citado na página 9.
- INFOWESTER. *O que é Wi-Fi? Conceito e diferenças entre as versões*. Infowester. Disponível em: <<https://www.infowester.com/wifi.php>>. Acesso em: 02 de junho de 2025. Citado na página 11.

- INTELBRAS. *Internet das Coisas: o papel da IoT na automação residencial*. 2022. Intelbras. Disponível em: <<https://blog.intelbras.com.br/internet-das-coisas/>>. Acesso em: 03 de junho de 2025. Citado na página 13.
- INTELBRAS. *O que é Zigbee? Conheça um dos padrões mais utilizados para funcionamento das casas inteligentes*. 2023. Intelbras. Disponível em: <<https://blog.intelbras.com.br/o-que-e-zigbee/>>. Acesso em: 03 de junho de 2025. Citado na página 12.
- MANCINI, M. Internet das coisas: História, conceitos, aplicações e desafios. 2017. Disponível em: <<http://mmproject.com.br/wp-content/uploads/2020/02/artigo-iot-monica-mancini-v1.pdf>>. Acesso em: 03 de junho de 2025. Citado na página 13.
- MDN. *Arpanet*. 2023. Mdn web docs. Disponível em: <<https://developer.mozilla.org/pt-BR/docs/Glossary/Arpanet>>. Acesso em: 03 de junho de 2025. Citado na página 13.
- MURATORI, J. R.; BÓ, P. H. D. Capítulo i automação residencial: histórico, definições e conceitos. *O Setor elétrico*, p. 70–77, 2011. Disponível em: <https://www.osetoreletrico.com.br/wp-content/uploads/2011/04/Ed62_fasc_automacao_capI.pdf>. Citado na página 11.
- WAGH, V.; WASNIK, M. Different technologies used in home automation-a review and comparison. *International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT)*, 2014. Disponível em: <<https://www.ijert.org/research/different-technologies-used-in-home-automation-a-review-and-comparison-IJERTV3IS20118.pdf>>. Acesso em: 03 de junho de 2025. Citado na página 12.
- WEG. *Wi-Fi ou ZigBee: o que é melhor e quais as diferenças?* 2024. WEG. Disponível em: <<https://www.weg.net/weghome/blog/tecnologia/wi-fi-ou-zigbee-o-que-e-melhor-e-quais-as-diferencias/>>. Acesso em: 03 de junho de 2025. Citado na página 12.
- WORTMEYER, C.; FREITAS, F.; CARDOSO, L. Automação residencial: Busca de tecnologias visando o conforto, a economia, a praticidade e a segurança do usuário. *II Simpósio de Excelência em Gestão e Tecnologia SEGeT2005*, sn, 2005. Disponível em: <https://www.aedb.br/seget/arquivos/artigos05/256_SEGET%20-%20Automacao%20Residencial.pdf>. Citado na página 11.