

SISTEMA DE MONITORIZAÇÃO DE CONSUMO DE ÁGUA COM HOME ASSISTANT

Kelson Metzger - a38380

Trabalho realizado sob a orientação de

Prof. Ana Isabel Pereira

Prof. José Lima

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

2023-2024

SISTEMA DE MONITORIZAÇÃO DE CONSUMO DE ÁGUA COM HOME ASSISTANT

Relatório da UC de Projeto

Mestrado em Engenharia Eletrotécnica e de Computadores

Escola Superior de Tecnologia e Gestão

Kelson Metzger - a38380

2023-2024

A Escola Superior de Tecnologia e de Gestão não se responsabiliza pelas opiniões expressas neste relatório.

Declaro que o trabalho descrito neste relatório é da minha autoria e é da minha vontade que o mesmo seja submetido a avaliação.

X

Kelson Metzger – a38380

Agradecimentos

Agradeço primeiramente a Deus que me guiou e me abençoou até aqui, aos meus pais que me deram força e confiança, tendo em conta meus amigos que sempre estiveram ao meu lado e a minha namorada que me apoiou...

Agradeço aos meus orientadores, que sempre acreditaram na minha competência, que me deram força, por todos os conselhos, pela paciência e ajuda nesse período.

Aos professores que sempre estiveram ali para dar conselhos...

Ao IPB, meus familiares e colegas, que deram apoio moral.

Agradeço, ainda, a todos os meus colegas, pelo incentivo e compreensão nos momentos difíceis e por tudo o que fizeram por mim ao longo da realização do curso de Engenharia de Energia Renováveis.

Resumo

A crescente escassez de água, a poluição das fontes de água e o uso inadequado da água exigiram soluções urgentes para mitigar esses problemas ambientais. Uma alternativa promissora é a implementação de sistemas de monitorização do consumo de água em edifícios residenciais, utilizando tecnologias.

Os objetivos do sistema é a medição individual do consumo de água em apartamentos; promover a equidade entre condomínios; integração com sistemas de aquecimento de água; detetar fugas e consumos anormais; incentivar o uso consciente da água. Os componentes principais sensores de fluxo de água; microcontrolador (ESP8266 ou ESP32); plataforma Home Assistant; raspberry Pi para processamento central. Com funcionalidade monitorização do consumo em tempo real; visualização de dados através de dashboards personalizados; alertas para consumo excessivo ou fugas; Integração com outros sistemas de casa inteligente; armazenamento de dados históricos para análise de tendências. Instalação de sensores de fluxo nas entradas de água dos edifícios; configuração de microcontrolador para leitura e transmissão de dados; integração com Home Assistant via MQTT; criação de interfaces de utilizador e configuração de alertas.

Com a economia de água e redução de custos para os moradores; Detecção precoce de problemas no sistema hidráulico; Sensibilização para o consumo de água; Gestão mais eficiente dos recursos hídricos do edifício.

Palavras-chave: consumo de água, assistente doméstico, internet das coisas (iot).

Abstract

Increasing water scarcity, pollution of water sources, and inadequate use of water have required urgent solutions to mitigate these environmental problems. A promising alternative is the implementation of water consumption monitoring systems in residential buildings, using technologies.

The objectives of the system are the individual measurement of water consumption in apartments; to promote equity between condominiums; integration with water heating systems; to detect leaks and abnormal consumption; to encourage the conscious use of water. The main components are water flow sensors; microcontroller (ESP8266 or ESP32); Home Assistant platform; raspberry Pi for central processing. With real-time consumption monitoring functionality; data visualization through personalized dashboards; alerts for excessive consumption or leaks; Integration with other smart home systems; storage of historical data for trend analysis. Installation of flow sensors at the water inlets of buildings; microcontroller configuration for reading and data transmission; integration with Home Assistant via MQTT; creation of user interfaces and configuration of alerts.

With water savings and cost reduction for residents; Early detection of problems in the hydraulic system; Awareness of water consumption; more efficient management of the building's water resources.

Keywords: water consumption, home assistant, internet of things (iot).

Abreviaturas

GDPR - Regulamento Geral de Proteção de Dados

GSM – Global System for Mobile Communications 2G

HA - Home Assistant

IA - Inteligência Artificial

IoT - Internet of Things

LCD - Liquid Crystal Display

ML- Machine Learning

MQTT - Message Queuing Telemetry Transport

ORD - Operador de Rede de Distribuição

SD – Cartão de Memória

SQL - Structured Query Language

TDS - Total Dissolved Solids

TSDB - Time Series Database

1. Conteúdo

Agradecimentos	i
Resumo	ii
Abstract.....	iii
Abreviaturas.....	iv
Índice de Figuras.....	vi
Índice de Tabela.....	vii
Índice de Gráfico	viii
Capítulo I - Introdução.....	1
1.1 Motivação	2
1.2 Estrutura do Documento	3
Capítulo II- Trabalhos Relacionados e Ferramentas	5
2.1 Contador analógico e digital.....	5
2.2 Contador inteligente	6
2.3 Implementação de tecnologias ao contador analógico	6
2.4 Integração com Sistemas de Automação Residencial	9
2.5 Plataformas utilizadas.....	11
2.6 Raspberry Pi	14
Capítulo III - Métodos e Técnicas	15
Capítulo IV - Implementação do Sistemas em ambiente real.....	27
Capítulo V – Visualização de dados	33
Capítulo VI –Conclusão	44
Referências	45
Anexo A.....	48

Índice de Figuras

Figura 1-Contador digital de água (Fonte: Proen Energetic)	5
Figura 2-Contador analógico de água (Fonte: Kestakon).....	5
Figura 3: Contador digital inteligente.....	6
Figura 4: Dados obtidos numa Plataforma Home Assistant (Fonte: Home Assistant)	11
Figura 5: Painel Gestão de Plataforma Hubitat (Fonte: Hubitat)	12
Figura 6: Plataforma SmartThings com vários dispositivos inteligentes (Fonte: Smart Things)	12
Figura 7: Painel de gestão do Apple Home Kit (Fonte: Apple Home Kit).....	13
Figura 8:-Raspberry Pi.....	14
Figura 9:Comunicação do sistema MQTT (Fonte: Bivocom).....	15
Figura 10:Dados de séries temporais (Time Series Database)	16
Figura 11:Dados relacionados em termos de desempenho e eficiência do sistema	17
Figura 12:: Dados obtidos através da Grafana.....	18
Figura 13:Arquitetura do sistema	19
Figura 14:Layout refinado dos componentes	20
Figura 15:Sistema de monitorização de consumo de água.....	20
Figura 16:Sensor de fluxo de água YF-B7 conectado ao microcontrolador ESP32.	21
Figura 17:Arquitetura	21
Figura 18:Fluxo do sistema de monitoramento e visualização.....	22
Figura 19- Descrição do pino do ESP32 (Fonte: New Biely)	23
Figura 20: Registo do consumo de água com Grafana	25
Figura 21: Montagem do Sistema sensor YF-B7	27
Figura 22:Instalação dos sensores	28
Figura 23:Ligação do sensor ao esp32.....	29
Figura 24: Instalação e criação de conta Home Assistant	29
Figura 25: Loja de complementos [41].....	30
Figura 26: ESPHome [41]	30

Índice de Tabela

Tabela 1-Dados recolhidos	33
Tabela 2:Comparação dos dados	34

Índice de Gráfico

Gráfico 1	viii
Gráfico 2:Histograma P1	34
Gráfico 3:Histograma P2	35
Gráfico 4:Histograma P3	36
Gráfico 5:Densidade P1	37
Gráfico 6:Densidade P1	37
Gráfico 7:Densidade P2	38
Gráfico 8:Densidade P3	39
Gráfico 9:Densidade P3	39
Gráfico 10:Horpower P1.....	40
Gráfico 11:Distribuição P1	41
Gráfico 12: Distribuição dos pontos P2.....	41
Gráfico 13:Dispersão P2.....	42
Gráfico14:Distribuição P3	42
Gráfico 15:Distribuição de variável.....	43

Gráfico 1

Capítulo I - Introdução

A gestão eficaz dos recursos hídricos é uma questão cada vez mais importante em todo o mundo nos últimos anos, impulsionada pela escassez de água em várias regiões e pela necessidade de métodos mais sustentáveis [1].

Neste contexto, a monitorização do uso da água em habitações e edifícios é uma importante ferramenta de apoio à conservação e utilização eficiente da fonte de água. A introdução da automação residencial e da Internet das Coisas (IoT) trouxe novos modos de monitorar e gerenciar o uso da água [2].

A Home Assistant destaca-se entre as plataformas de domótica pela sua flexibilidade, código aberto e compatibilidade com vários dispositivos e sensores. O uso de sensores de fluxo de água, dispositivos inteligentes e a plataforma Home Assistant permite o desenvolvimento de novos dispositivos [3].

O sistema permite visualizar e entender os padrões de consumo de água, incentivando mudanças comportamentais que resultam em economia. Ao fornecer informações sobre o uso e os custos da água, os usuários podem identificar oportunidades para reduzir o consumo e as despesas associadas.

A monitorização contínua permite a rápida identificação de fugas ou consumos anormais. Isso permite uma ação imediata para evitar desperdícios e danos estruturais, economizando água e dinheiro.

Ao promover o uso consciente da água, o sistema contribui diretamente para a preservação dos recursos hídricos e para a redução dos impactos ambientais associados ao tratamento e distribuição da água.

A utilização do Home Assistant como plataforma central permite-lhe integrar a monitorização da água com outros sistemas de domótica, criando um ecossistema inteligente e eficiente. Isso possibilita a criação de automações e cenários com base no consumo de água.

Os dados fornecidos pelo sistema ajudam na tomada de decisões sobre investimentos em dispositivos de economia de água ou na implementação de métodos mais eficientes de uso. Ao fornecer visibilidade, controle e insights sobre o consumo de água, o sistema de monitoramento Home Assistant torna-se uma ferramenta valiosa para promover a eficiência hídrica e a sustentabilidade no ambiente doméstico.

1.1 Motivação

A escassez de água potável é um desafio global crescente, exacerbado pela urbanização, mudanças climáticas e padrões de consumo insustentáveis. Paradoxalmente, as regiões com maior disponibilidade de água enfrentam frequentemente problemas de resíduos, enraizados numa cultura que considera a água um recurso inesgotável. Esta perceção errada está gradualmente a ser contestada, à medida que comunidades em todo o mundo, incluindo Portugal, enfrentam crises de abastecimento e secas prolongadas.

O setor residencial contribui significativamente para o consumo urbano de água, sendo responsável por até 50% do uso total de água potável em algumas cidades. No entanto, a maioria dos consumidores preferem, uma compreensão precisa dos seus padrões de consumo, especialmente em relação às atividades diárias, como tomar banho e usar torneiras [35].

À medida que a disponibilidade de água diminui e os custos de captação e tratamento aumentam, torna-se imperativo desenvolver soluções inovadoras que promovam a consciencialização e a utilização eficiente da água. A implementação de sistemas de monitorização do consumo de água nas habitações, recorrendo a tecnologias avançadas como o Home Assistant, e a IoT oferece uma resposta promissora a este desafio.

Objetivos

Os objetivos são:

- Fornecer dados em tempo real sobre o consumo de água, permitindo que os moradores visualizem consumo atual e ao longo do tempo;
- Detetar vazamentos e anomalias sem consumo, evitando desperdícios e danos estruturais;
- Sensibilizar para o padrão de consumo através da funcionalidade do dispositivo que demonstra ao consumidor como utilizar a água na sua casa;
- Integrar-se com outros sistemas domésticos inteligentes para uma gestão holística dos recursos;
- Contribuir para a redução das contas de água, alinhando benefícios econômicos com objetivos ambientais.

1.2 Estrutura do Documento

Capítulo I – Introdução: É apresentada a importância da água para os seres humanos, dados de consumo de água no Portugal, os objetivos do trabalho, a motivação e justificativa e a estrutura geral do trabalho.

Capítulo II – Conceitos gerais e contexto: São apresentados neste capítulo dados referentes à água, sua distribuição em Portugal e seu consumo, conceitos sobre a Iot.

Capítulo III – Componentes utilizados: São apresentados neste capítulo os componentes utilizados no desenvolvimento do sistema como: a plataforma ESP 32 que foram utilizadas e como são programadas, sensor de fluxo de água utilizado e o módulo inteligente da fonte de alimentação do interruptor, mini, HLK-PM01, e tecnologias utilizadas para o desenvolvimento.

Capítulo IV – Desenvolvimento: Neste capítulo será apresentado a ferramenta que foi desenvolvida ao longo deste trabalho. Esta ferramenta é dividida em três partes: Módulo sensor, módulo principal e Home Assistant.

Capítulo V – Resultados obtidos: São apresentados os resultados obtidos, os módulos desenvolvidos e a aplicação web.

Capítulo VI – Conclusão: É apresentada a conclusão do trabalho

Capítulo II- Trabalhos Relacionados e Ferramentas

Este capítulo, destina-se a introduzir os principais géneros de contadores existentes. Pretendo igualmente analisar-se o trabalho a nível académico e comercial desenvolvido.

2.1 Contador analógico e digital

Contadores analógicos foram instalados pela primeira vez em 1880. Desde então, têm aumentado a sua aplicação tanto em empresas como em residências, de forma a medir variáveis como a água, o gás ou a eletricidade. Os proprietários destes estabelecimentos recorrem-nos muitas vezes para cobrar dívidas dos clientes pelos produtos que compram. Os primeiros balcões foram construídos utilizando tecnologias mecânicas. Tinham notas alinhadas com números de 0 a 9 e permitiam ler os consumos medidos. Na Figura 1, está representado o contador analógico descrito.

Este dispositivo mostra ao usuário o consumo da água em uma tela LCD. Esses contadores podem ser configurados para alterar o sistema operacional. Na Figura 2 apresenta o contador digital.



Figura 1-Contador digital de água (Fonte: Proen Energertic)



Figura 2-Contador analógico de água (Fonte: Kestakon)

2.2 Contador inteligente

Um contador inteligente é um equipamento elétrico com a capacidade de transmitir o consumo medido através de sistemas de comunicação sem fios. As empresas responsáveis recebem esses dados, que cobram dos clientes pelo consumo. A Figura 3 mostra um contador inteligente.



Figura 3: Contador digital inteligente

(Fonte: Zenner)

O consumo é enviado para uma estação central, onde os dados podem ser registados a intervalos variáveis. As ferramentas analisam esses dados para encontrar vazamentos nos sistemas de distribuição. No entanto, as empresas não os utilizam muito porque estes equipamentos custam entre 200 e 250 euros. O retrofitting é uma técnica que permite a aplicação de novas tecnologias a contadores analógicos e digitais. Tal como descrito na Seção 2.3 abaixo, este método permite a melhoria dos benefícios e a modernização dos contadores.

2.3 Implementação de tecnologias ao contador analógico

O retrofit de equipamentos permite a atualização de recursos, que antes eram considerados obsoletos. Este processo aplicado a contadores analógicos permite que os dados sejam transmitidos através de redes sem fios. Na Figura 4, o contador foi alterado e foi aplicado um codificador, que permite medir a posição dos ponteiros e, assim, determinar o consumo correto.



Figura 4 -Contador analógico alterado com tecnologias de encoder

(Fonte: Water Word)

Uma solução baseada na contagem de impulsos é mostrada no segundo exemplo na Figura 5. Para implementar esta solução, um ícone deve ser aplicado ao eixo de rotação, que irá alterar um campo magnético. Os sensores magnéticos permitem que a frequência de rotação do contador seja bloqueada e convertida em consumo.



Figura 5-Contador analógico alterado com tecnologias de pulso magnético

(Fonte: Water Word)

No início dos anos 2000 com surgimento dos primeiros contadores inteligentes modernos, capazes de comunicação bidirecional e coleta de dados em tempo real. Em 2006 á 2010 á implementação em larga escala de contadores inteligentes em vários países, impulsionada por políticas de eficiência energética. Em 2010 em diante á integração de contadores inteligentes com redes inteligentes (redes inteligentes) e sistemas de automação residencial. Tendo as seguintes vantagens:

Comunicação de leituras automática ao (ORD). O registo de leituras em intervalos curtos (até 15 minutos), permitindo análises do consumo, a facilitação da mudança de fornecedor de energia. A melhoria na gestão da rede elétrica e redução de emissões de CO2 [10].

Devido à crescente preocupação com a gestão eficaz dos recursos hídricos, a monitorização do consumo de água tornar-se cada vez mais importante.

Embora as fontes não mencionem especificamente com o Home Assistant, é possível obter informações pertinentes sobre os sistemas de monitoramento de água em geral e adaptá-los à automação residencial.

Os sistemas de monitorização inteligentes podem detetar fugas que são indetetáveis a olho nu, o que pode resultar em perdas de água significativas e custos elevados. Por exemplo, uma fuga que acumule 0,5 litros a cada 30 segundos pode resultar num desperdício de 500 mil litros por ano, com um custo superior a 2.500 euros [8].

O monitoramento em tempo real permite que os usuários visualizem e entendam seus padrões de consumo, incentivando mudanças comportamentais para economizar água. Por exemplo, reduzir o tempo de duche de 15 para 5 minutos pode resultar em poupanças significativas de água e de custos [6].

Estes fornecem sistemas de dados que ajudam na tomada de decisões informadas sobre investimentos em dispositivos de economia de água ou na implementação de práticas mais eficientes [6],[7]. Com isso a redução do consumo de água contribui diretamente para a preservação dos recursos hídricos e para a redução do impacto ambiental [7].

Os sistemas modernos de monitoramento de água estão incorporando nas tecnologias de IoT e sensoriamento remoto para coletar dados em tempo real. Esta abordagem permite a recolha contínua e precisa de informação sobre o consumo de água, o que é essencial para uma gestão eficiente [5].

Além do volume de água consumido, sistemas avançados também monitoram outros parâmetros como temperatura, pH e TDS (*Total Dissolved Solids*). No contexto do consumo residencial, o foco principal seria o volume, mas outros parâmetros poderiam ser integrados para uma análise mais completa da qualidade da água [5].

Os sistemas atuais utilizam armazenamento local (como cartões SD) e transmissão remota de dados (via GSM ou outras tecnologias de comunicação). Isto permite flexibilidade na recolha e análise de dados, o que é essencial para um sistema integrado com Home Assistant [5].

Os dispositivos de monitorização modernos incorporam modos de poupança de energia para prolongar a vida útil da bateria, desativando os módulos quando não estão a ser utilizados. Esta característica é particularmente importante para sistemas residenciais que precisam operar continuamente [5].

2.4 Integração com Sistemas de Automação Residencial

A integração de sistemas de monitoramento de água com plataformas de automação residencial, como o Home Assistant, oferece vantagens adicionais:

A integração permite centralizar as informações de consumo de água juntamente com outros dados de casas inteligentes, fornecendo uma visão holística do uso de recursos em casa.

É possível criar automações com base no consumo de água, como alertas de consumo excessivo ou ativação de dispositivos economizadores.

Os recursos de visualização do Home Assistant podem ser utilizados para criar painéis intuitivos sobre o consumo de água, tornando mais fácil para os usuários entenderem e analisarem os dados.

Interoperabilidade: A integração facilita a clareza entre o consumo de água e outros aspetos da casa, como a temperatura ambiente ou a ocupação, permitindo análises mais complexas e estratégias de poupança mais eficazes.

Com a origem das casas inteligentes remonta no início do século XX, com o surgimento dos primeiros eletrodomésticos. No entanto, o conceito moderno de casa inteligente ganhou força com a revolução industrial e a invenção do controle remoto por Nikola Tesla.

A ficção científica também desempenhou um papel importante no design de casas autônomas e automatizadas [11]. Com as principais características de uma casa inteligente típica inclui:

- **Conectividade:** Dispositivos interligados através de redes Wi-Fi ou Bluetooth.
- **Controlo centralizado:** Gestão do sistema através de smartphones ou tablets.
- **Automação:** Execução de tarefas sem intervenção humana.
- **Eficiência energética:** Otimização do consumo de energia.
- **Segurança avançada:** Sistemas inteligentes de controlo de acesso e vigilância [12].

As casas inteligentes oferecem várias vantagens:

- Segurança reforçada
- Praticidade no dia a dia
- Poupança de energia e de recursos
- Maior funcionalidade dos espaços
- Acessibilidade para pessoas com mobilidade reduzida [13].

Os sistemas de domótica, também conhecidos como sistemas domésticos inteligentes, são conjuntos de tecnologias que permitem o controlo e automatização de vários dispositivos e funções numa casa.

Esses sistemas integram iluminação, climatização, segurança, entretenimento e outros aspetos do ambiente doméstico em uma plataforma centralizada e controlável.

Controlador Central: O "cérebro" do sistema, geralmente um hub ou gateway que coordena todos os dispositivos conectados.

Os sensores são dispositivos que coletam dados do ambiente, como temperatura, movimento, luminosidade, etc.

Os atuadores são dispositivos que executam ações, como ligar/desligar luzes ou ajustar termostatos.

A interface de utilizador: aplicações para smartphones, tablets ou painéis de controlo dedicados.

A rede de comunicação: protocolos como Wi-Fi, Zigbee, Z-Wave ou Bluetooth para conectar dispositivos.

2.5 Plataformas utilizadas

Home Assistant: Uma plataforma de código aberto altamente personalizável [14].

OpenHAB: Outra opção de código aberto com suporte para uma ampla gama de dispositivos [14].



Figura 4: Dados obtidos numa Plataforma Home Assistant (Fonte: Home Assistant)

O Home Assistant é uma plataforma de automação residencial de código aberto que oferece uma solução flexível e poderosa para o controle e gerenciamento de dispositivos inteligentes. Aqui está um resumo das principais características e funcionalidades do Home Assistant [25],[27].

Características Principais: Software de livre acesso, modificação e distribuição, desenvolvimento contínuo impulsionado pela comunidade ativa.

Flexibilidade de Instalação: Compatível com diversos sistemas operacionais (Linux, Windows, macOS), executável em diferentes hardwares, de Raspberry Pi para servidores robustos [29].

Ampla Compatibilidade: Suporta uma vasta gama de dispositivos IoT [28], integrações com marcas populares como Philips Hue, Nest e Sonos [26].

Hubitat: Um sistema on-premise que não depende de uma conexão em nuvem, oferecendo maior privacidade e velocidade de resposta [15].

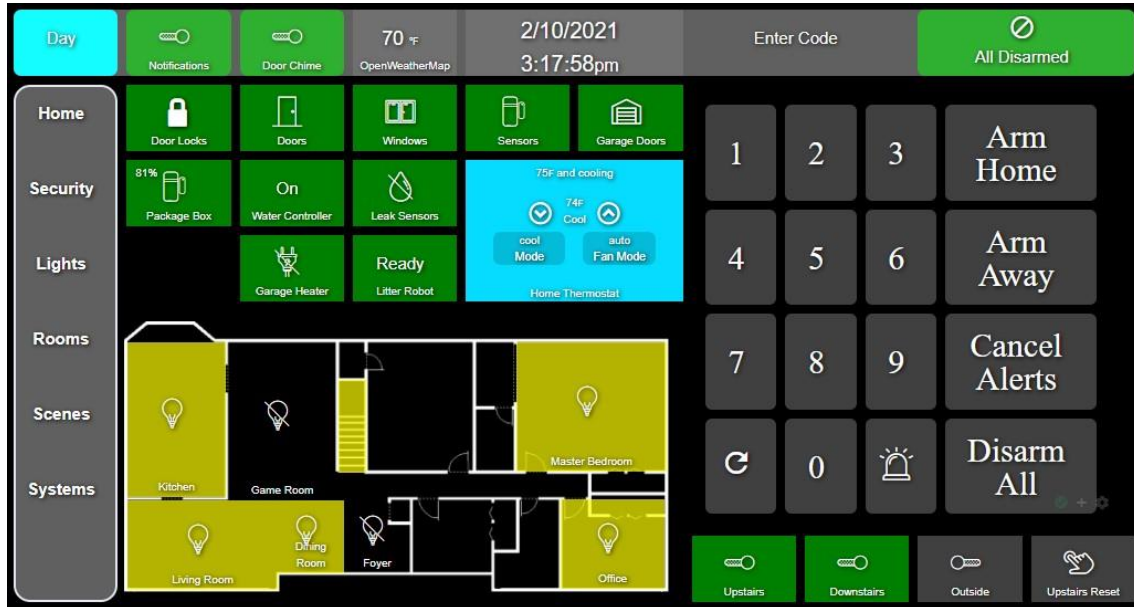


Figura 5: Painel Gestão de Plataforma Hubitat (Fonte: Hubitat)

SmartThings: plataforma da Samsung que oferece integração com vários dispositivos inteligentes [14].

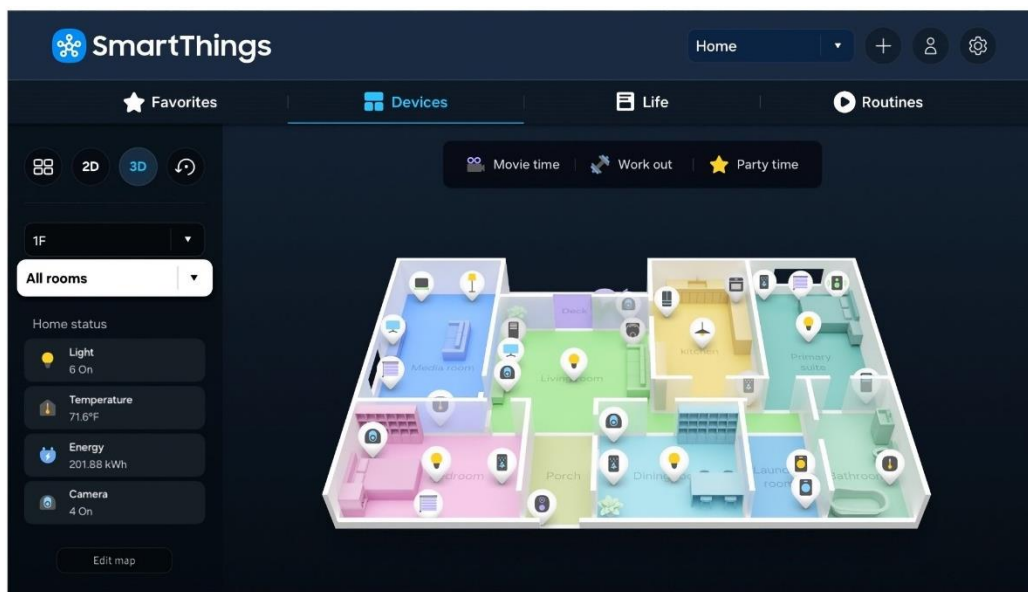


Figura 6: Plataforma SmartThings com vários dispositivos inteligentes (Fonte: Smart Things)

Apple HomeKit: ecossistema da Apple para controlar dispositivos compatíveis [16].

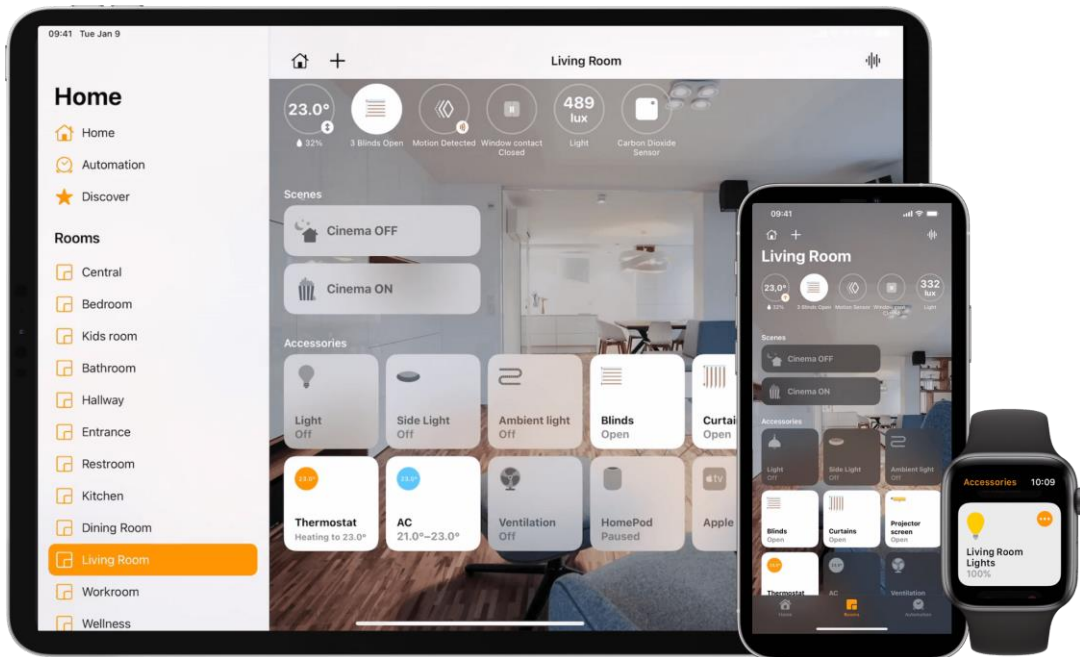


Figura 7: Painel de gestão do Apple Home Kit (Fonte: Apple Home Kit)

Vantagens:

- Conveniência: Controle centralizado de vários dispositivos [17];
- Eficiência Energética: Otimização do consumo de energia [17];
- Segurança Reforçada: Monitorização e controlo remoto de sistemas de segurança [17];
- Conforto: Ajuste automático dos ambientes de acordo com as preferências do utilizador [18];
- Acessibilidade: Facilita o controlo do ambiente para pessoas com mobilidade reduzida [14];

Desvantagens:

- Custo Inicial de Implementação;
- Complexidade de configuração para alguns sistemas;
- Preocupações com a privacidade e a segurança dos dados;
- Compatibilidade entre dispositivos de diferentes fabricantes.

2.6 Raspberry Pi

O Raspberry Pi foi desenvolvido pela Raspberry Pi Foundation no Reino Unido e é um computador de placa única barato e de pequeno porte. O Raspberry Pi, que foi inicialmente projetado para aumentar o ensino de programação e ciência da computação nas escolas, rapidamente ganhou popularidade entre entusiastas, criadores e desenvolvedores devido à sua novidade e facilidade de uso [19]. Como esta representada na figura 9.



Figura 8:-Raspberry Pi

Capítulo III - Métodos e Técnicas

Protocolo de comunicação MQTT

MQTT é um protocolo de comunicação leve projetado para a troca de mensagens entre dispositivos em redes com largura de banda limitada, alta latência ou conexões não confiáveis. Originalmente desenvolvido pela IBM na década de 1990, o MQTT tornou-se um padrão de facto para aplicações de (IoT) devido à sua eficiência e simplicidade.

O MQTT usa um modelo de comunicação de publicação/assinatura, onde os dispositivos (clientes) podem publicar mensagens em detalhes específicos ou se inscrever para receber mensagens sobre tópicos de interesse. Esta arquitetura separa remetentes e recetores de mensagens, permitindo uma comunicação flexível e escalável.

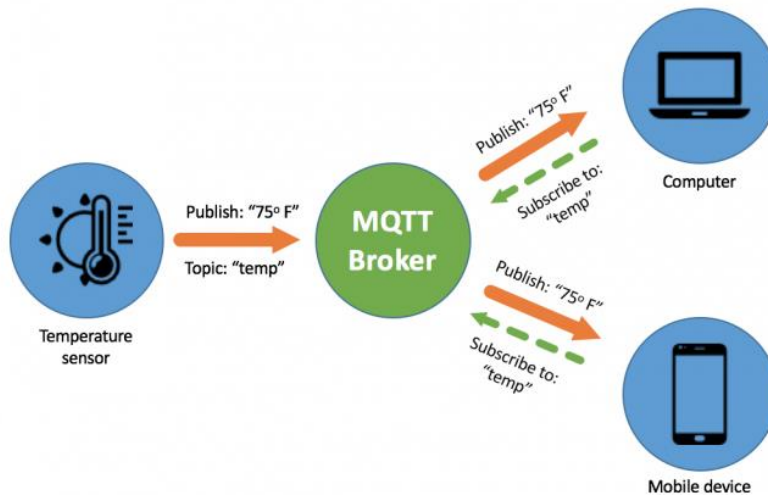


Figura 9: Comunicação do sistema MQTT (Fonte: Bivocom)

A comunicação no MQTT é mediada por um Broker que atua como um servidor responsável por receber mensagens dos editores e encaminhá-las para os danos causados. Isso simplifica o gerenciamento de conexões e a distribuição de mensagens.

InfluxDB

O InfluxDB é um banco de dados de séries temporais (TSDB - Time Series Database) de código aberto, otimizado para armazenar e analisar grandes volumes de dados temporais de forma eficiente. Desenvolvido pela InfluxData, o InfluxDB é amplamente utilizado em projetos que armazenam dados de fluxo no tempo, como monitoramento de sistemas, análise de aplicações e coleta de dados de sensores IoT [20],[21]. Na figura 13 podemos observa os dados.

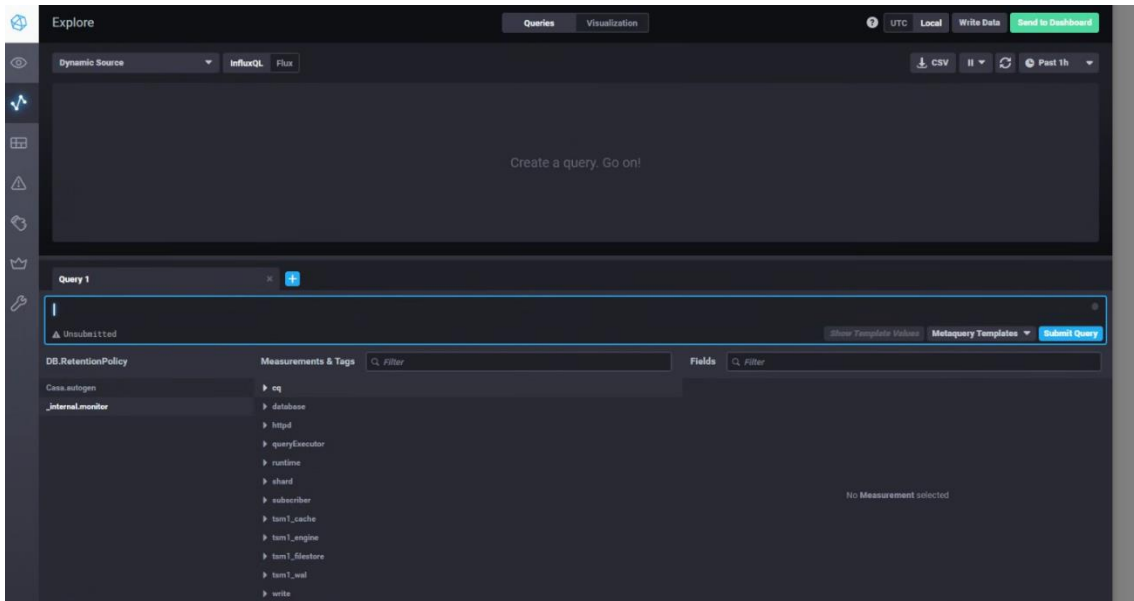


Figura 10: Dados de séries temporais (Time Series Database)

Principais características do InfluxDB:

Modelo de dados orientado a tempo: o InfluxDB organiza os dados em profundidade (tags, fields) contendo um carimbo de data/hora, um conjunto de tags (metadados, measurements) e um conjunto de campos (valores de dados) [22].

Alto desempenho: Otimizado para escrita e leitura rápidas de grandes volumes de dados temporais [21].

Linguagem de consulta flexível: Oferece InfluxQL, uma linguagem de consulta semelhante a SQL, e Flux, uma linguagem mais avançada para análise e transformação de dados [22].

Compactação de dados: use técnicas avançadas de aprimoramento para melhorar o armazenamento [22].

Retenção e redução automáticas da amostragem: Permite definir políticas de retenção de dados e agregação automática para otimizar o armazenamento a longo prazo. Suporte a vários protocolos: Compatível com protocolos como Graphite, Collected e OpenTSDB [21].

O InfluxDB é especialmente adequado para projetos que envolvem monitoramento contínuo e análise de dados em tempo real. Sua arquitetura foi projetada desde o início para lidar com séries temporais, oferecendo vantagens significativas em termos de desempenho e eficiência de armazenamento em comparação com bancos de dados relacionais tradicionais quando se trata de dados temporais. Além da versão de código aberto, o InfluxData oferece uma versão corporativa com recursos adicionais e uma opção de armazenamento em nuvem, proporcionando facilidade para diferentes necessidades e escalas de projeto [21]. Na figura 14 podemos observa dados relacionados.

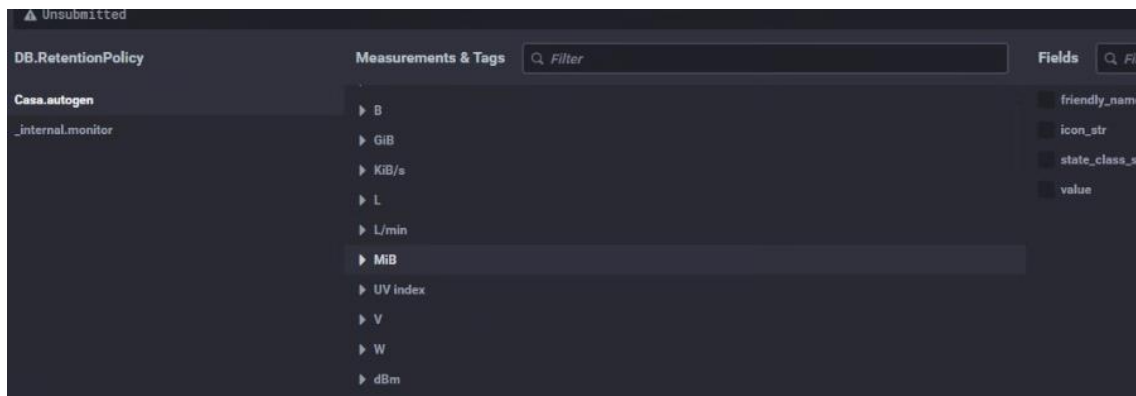


Figura 11: Dados relacionados em termos de desempenho e eficiência do sistema

Grafana

É uma plataforma de código aberto projetada para visualização e monitoramento de dados. Desenvolvido pela Grafana Labs, ele permite que os usuários consultem, visualizem e alertem sobre suas métricas, logs e rastros, independentemente de onde esses dados estejam armazenados. O Grafana se tornou uma ferramenta essencial no reino da análise de dados, particularmente para lidar com dados de séries temporais, devido à sua flexibilidade e amplas capacidades.

O Grafana se destaca na transformação de conjuntos de dados complexos em visualizações perspicazes. Ele suporta uma ampla gama de opções de visualização, incluindo gráficos, histogramas, mapas de calor e geomapas, que podem ser personalizados para atender a necessidades específicas. Esta versatilidade torna mais fácil para os utilizadores interpretar dados e identificar tendências ou anomalias.[23][24]. Na figura 15 podemos observar dados obtidos.



Figura 12:: Dados obtidos através da Grafana

Medidor Sensor de Fluxo de Água

O sensor de fluxo de água YF-B7 é um dispositivo amplamente utilizado para monitorar o consumo de água devido à sua confiabilidade e precisão. Este sensor é composto por um corpo de latão, um rotor de água e um sensor de efeito Hall

Funcionamento

O YF-B7 opera com base no princípio da indução magnética. Quando a água flui através do sensor, o rotor interno gira. O sensor de efeito Hall deteta essa rotação e gera pulsos elétricos entregues na taxa de fluxo de água. A relação entre o fluxo de água e os pulsos gerados é expressa pela seguinte Equação:

$$Q = \frac{F * K}{60}$$

Onde:

Q é o caudal em litros por minuto (L/min);

F é a frequência dos impulsos (Hz);

K é a constante de calibração do sensor (pulsos por litro). Em anexo A pode-se consultar as especificações técnicas

Instalação e Integração

A instalação do sensor de fluxo de água YF-B7 deve ser feita em uma posição onde o fluxo de água seja estável, evitando vibrações e turbulências que possam afetar a precisão da medição. Algumas diretrizes importantes incluem:

Orientação correta: o sensor deve ser instalado com a seta no corpo do sensor apontando na direção do fluxo de água.

Evite bolhas de ar: O sensor deve ser instalado de forma a minimizar a presença de bolhas de ar na água, o que pode causar leituras imprecisas.

Compatibilidade de tubos: Verifique se a tubulação onde o sensor será instalado é compatível com as roscas e o diâmetro do sensor.

Arquitetura do Sistema

Sistema de Hardware Desenvolvido

A parte de hardware do projeto desenvolvido é composta pelos sensores, responsáveis por recolha de dados, e o microcontrolador, responsável pelo envio dos dados via Wi-Fi para a base de dados. O diagrama apresentado na Figura 8 é uma representação simplificada da A arquitetura do sistema e o funcionamento dos equipamentos serão discutidos ao longo deste capítulo.

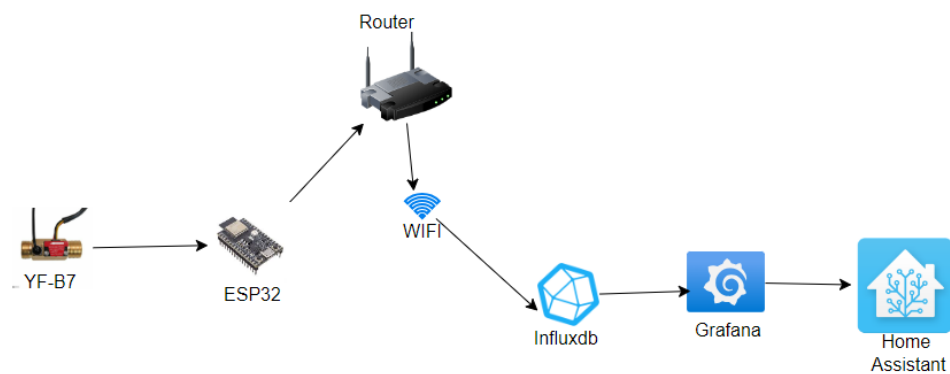


Figura 13:Arquitetura do sistema

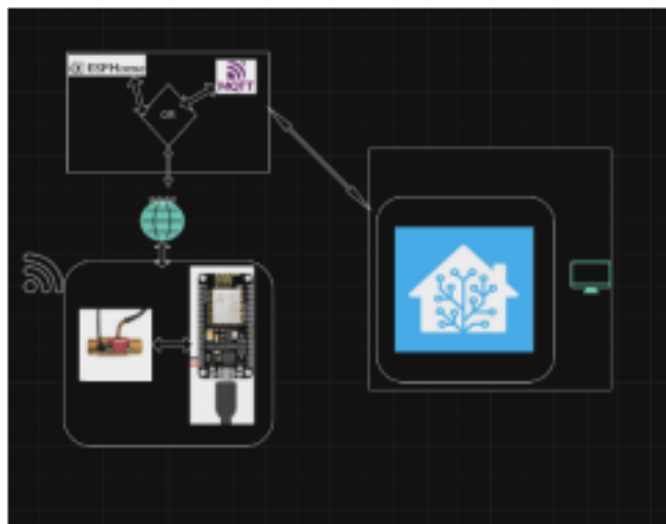


Figura 14:Layout refinado dos componentes

Princípio de Funcionamento do Sistema de Monitorização de Consumo de Água com Home Assistant

O consumo de água é uma preocupação crescente, especialmente em um contexto de escassez de recursos hídricos e aumento da conscientização ambiental. A implementação de um Sistema de Monitorização de Consumo de Água utilizando o Home Assistant permite aos usuários monitorar e gerenciar o uso de água de forma inteligente e eficaz. Este capítulo descreve o princípio de funcionamento de um sistema de monitorização de consumo de água, destacando os componentes necessários, a arquitetura do sistema, o fluxo de dados e a visualização das informações.



Figura 15:Sistema de monitorização de consumo de água

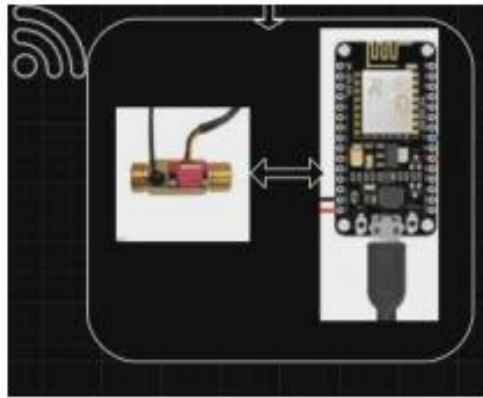


Figura 16: Sensor de fluxo de água YF-B7 conectado ao microcontrolador ESP32.

O sistema de monitorização do consumo de água Home Assistant é composto por vários componentes que trabalham em conjunto para capturar, processar e apresentar dados de consumo em tempo real. A arquitetura pode ser dividida em três camadas principais:

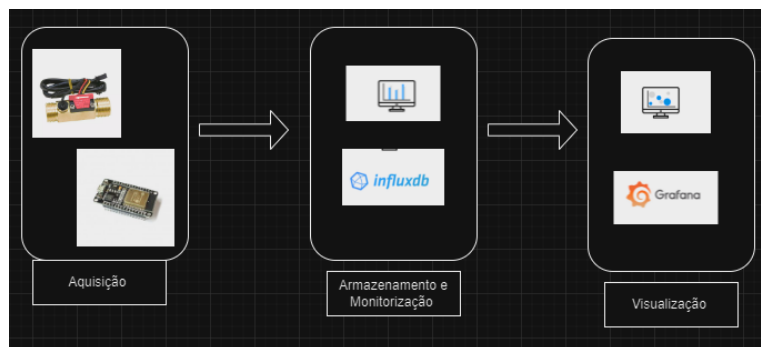


Figura 17: Arquitetura

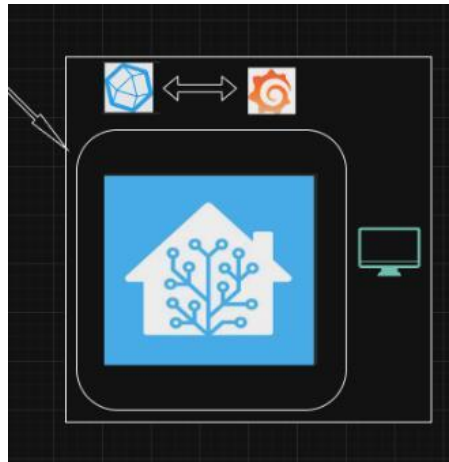


Figura 18: Fluxo do sistema de monitoramento e visualização

Camada de detecção: Inclui sensores de fluxo de água que capturam dados de consumo em tempo real. Esses sensores, como o medidor de vazão de água inteligente, são instalados nos tubos de entrada e são responsáveis por medir com precisão a quantidade de água utilizada.

Camada de Processamento e Integração: Utiliza o Home Assistant, uma plataforma de automação residencial de código aberto, para integrar sensores e processar os dados recolhidos. O Home Assistant pode ser configurado para receber dados dos sensores, armazená-los em um banco de dados de séries temporais, como o InfluxDB, e realizar análises, gerando *insights* sobre o consumo de água.

Camada de visualização e controle: Nesta camada, o Home Assistant apresenta dados de consumo de água em tempo real através de um painel personalizado. Ferramentas como o Grafana são usadas para visualizações avançadas, permitindo que os usuários monitorem o consumo de forma eficiente e intuitiva.

Funcionamento dos componentes

Sensores de fluxo de água: Os sensores de fluxo de água medem a quantidade de água usada em um intervalo de tempo. Estão ligados a microcontroladores como o NodeMCU, que comunica com o Home Assistant utilizando o protocolo MQTT (*Message Queuing Telemetry Transport*)

Microcontroladores (NodeMCU): O NodeMCU atua como um intermediário entre os sensores e o Home Assistant. Ele coleta dados brutos dos sensores e os transmite para o servidor Home Assistant via MQTT. Além disso, pode ser configurado para enviar alertas se o consumo de água exceder um limite pré-definido. Conforme é apresentada na figura 19.

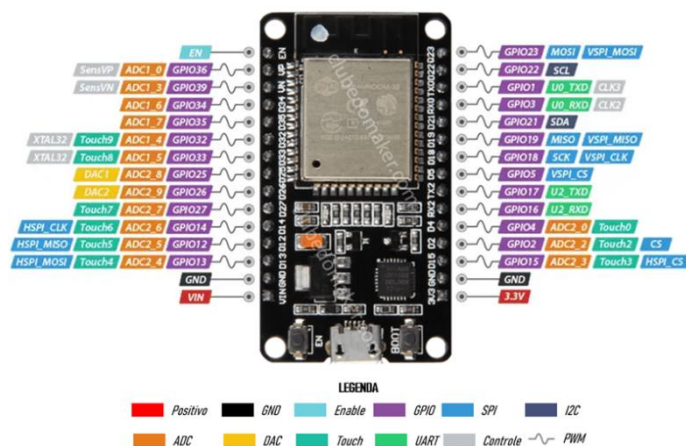


Figura 19- Descrição do pino do ESP32 (Fonte: New Biely)

Conectividade Wi-Fi integrada

O ESP8266 tem conectividade Wi-Fi integrada, permitindo que o sensor de fluxo se comunique diretamente com outros dispositivos na rede local ou na nuvem. Isso é particularmente útil para enviar dados de medição para um servidor ou para integrar o sensor em uma automação residencial inteligente. A capacidade de se conectar à internet facilita o monitoramento remoto e a análise de dados em tempo real, o que é essencial para aplicações de IoT. [40]

Recursos suficientes para aplicações leves

O ESP8266 oferece poder de processamento e memória adequados para lidar com aplicações leves, como a leitura de dados de sensores de fluxo e o envio desses dados pela rede. Com um clock de 80/160 MHz e até 16 MB de memória Flash, é capaz de realizar tarefas de medição e comunicação sem sobrecarga significativa. Além disso, suporta múltiplos protocolos de comunicação, como I2C e SPI, facilitando a integração com vários tipos de sensores. [40]

O ESP8266 é um microcontrolador compacto e de baixo custo, tornando-o ideal para projetos onde o orçamento e o espaço são limitados. Sua acessibilidade permite que ele seja amplamente utilizado em projetos de hobby e em soluções comerciais de baixo custo. [40]

O ESP8266 pode ser programado usando várias plataformas, como Arduino IDE, MicroPython e NodeMCU, ou fornece flexibilidade para desenvolvedores de diferentes níveis de experiência. Essa flexibilidade facilita a adaptação do código para diferentes necessidades e a implementação de funcionalidades adicionais, como alertas e automações baseadas em eventos. [36]

O uso de interrupções no ESP8266 permite a detecção precisa de pulsos do sensor de fluxo de água, garantindo que as leituras sejam feitas de forma eficiente e no momento certo. Isso é crucial para aplicações que desligam alta precisão e resposta rápida a mudanças no fluxo de água. [40]

Home Assistant Server: Home Assistant recebe dados dos sensores via MQTT e os processa. Ele é configurado para armazenar os dados em um banco de dados de séries temporais, como o InfluxDB, que permite o armazenamento eficiente de grandes volumes de dados. [40]

Base de Dados InfluxDB: Utilizada para armazenar dados de consumo de água ao longo do tempo. O InfluxDB é otimizado para consultas rápidas e pode ser integrado ao Grafana para visualizações avançadas de dados históricos. [36]

Painel de Visualização e Controle (Grafana): Grafana é uma ferramenta de visualização que se integra perfeitamente com o InfluxDB e o Home Assistant. Disponibiliza dashboards configuráveis, onde o utilizador pode visualizar gráficos históricos e em tempo real do consumo de água, bem como configurar alertas e notificações de consumo excessivo. Conforme é apresentada na figura 20.



Figura 20: Registo do consumo de água com Grafana

Fluxo de dados no sistema

O fluxo de dados no sistema de monitorização do consumo de água segue um ciclo contínuo:

Recolha de dados: Os sensores de fluxo de água medem o consumo em tempo real e enviam os dados para o NodeMCU. [38]

Transmissão de dados: NodeMCU transmite os dados de consumo para o servidor Home Assistant via MQTT. [38]

Armazenamento de dados: o Home Assistant recebe os dados e armazena-os no InfluxDB para análise futura. [38]

Processamento e análise de dados: o Home Assistant processa os dados para gerar insights, como consumo diário, semanal e mensal, picos de consumo e anomalias. [38]

Visualização e Monitoramento: Os dados são visualizados no Grafana ou no painel Home Assistant, onde os usuários podem monitorar o consumo em tempo real e tomar decisões com base nos insights gerados. [38]

A utilização de um sistema de monitorização da água com Home Assistant oferece várias vantagens:

Eficiência no Uso da Água: Permite a monitorização em tempo real do consumo de água, ajudando a identificar desperdícios e oportunidades de poupança. [38]

Alertas e Notificações: O sistema pode enviar alertas em caso de consumo excessivo ou vazamentos, auxiliando na rápida detecção e correção de problemas. [38]

Personalização e Escalabilidade: O Home Assistant, sendo uma plataforma open-source, permite a personalização e expansão para incluir outros dispositivos de domótica. [38]

Economia de recursos: A visualização clara e a análise de dados ajudam na tomada de decisões para reduzir o consumo e, conseqüentemente, economizar água e custos. [38]

Capítulo IV - Implementação do Sistemas em ambiente real

O sensor YF-B7 pode ser facilmente integrado com microcontroladores, como Arduino, Raspberry Pi ou outros sistemas de automação. A saída do sensor pode ser conectada a uma entrada digital do microcontrolador, onde o software pode contar os pulsos e calcular o fluxo de água. Para sistemas IoT o sensor pode ser conectado a módulos de comunicação, como Wi-Fi, para transmitir dados remotamente para um servidor ou um aplicativo de monitoramento.

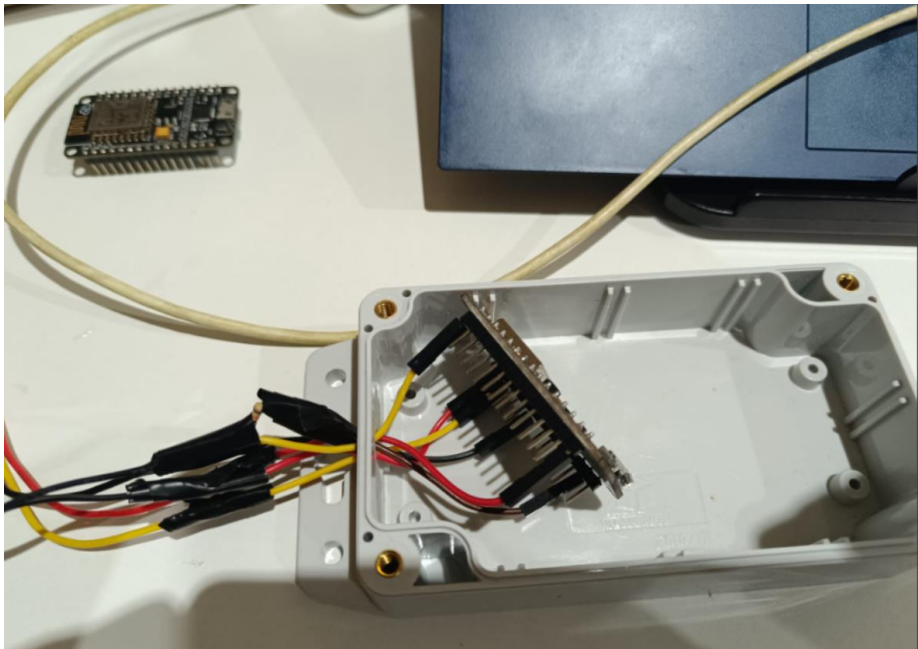


Figura 21: Montagem do Sistema sensor YF-B7

As instruções de instalação e configuração para esta solução são bastante interessantes. Uma vez que o equipamento tenha sido instalado e todas as conexões de rede e energia tenham sido feitas, é necessário proceder com a configuração adequada instalada e toda a rede após as conexões de energia, é necessário prosseguir com a configuração adequada.

Sensores de fluxo de água foram instalados nas entradas de água, no chuveiro e na banca da cozinha.

Microcontroladores ESP32 foram configurados para coleta e transmissão de dados dos sensores. Um servidor central com Home Assistant foi configurado em um Raspberry Pi.



Figura 22: Instalação dos sensores

Sensor de fluxo de água

Este tipo de sensor é integrado com um sensor magnético Hall Effect, responsável por gerar um pulso elétrico a cada rotação. A taxa de fluxo através do sensor é calculada pela razão do número de impulsos gerados pelo volume de água que flui.

Esta relação torna-se única para cada tipo de sensor e deve ser calibrada antes da instalação para uma melhor precisão. O fator de calibração encontra-se na ficha técnica do sensor, e a sua programação será aprofundada no Capítulo 4.

O sensor utilizado para medir o consumo de água para o desenvolvimento deste trabalho foi o YF-B2, apresentado na Figura 22 Conforme mencionado anteriormente, Este sensor foi escolhido pelo seu baixo custo e facilidade de configuração de operação. Uma negativa Ponto a destacar é o facto de necessitar de intervenção na tubagem a instalar.

Os sistemas foram monitorados por um período de 1 mês para obter dados significativos. Para ligar o sensor de fluxo no esp32 é preciso os seguintes o **D2** que a saída analógica se liga o fio amarelo, fio preto liga-se ao **GND** e o vermelho liga-se no **Vin** que serve para alimentar o sensor, conforme mostra na figura 23. No meu caso utilizei uma fonte para alimentar o esp.

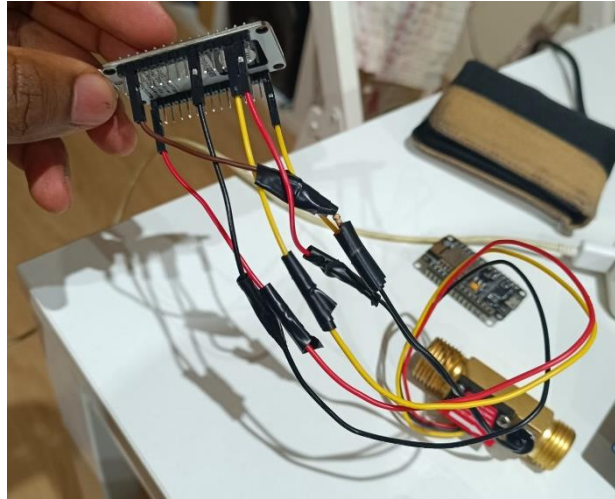


Figura 23:Ligação do sensor ao esp32

Instalação Raspberry

Como já visto no site oficial "www.home-assistant.io", o controlador, um Raspberry Pi 4, precisa de um sistema operacional de código aberto para controle e automação residencial, conhecido como Home Assistant. [37]

Uma vez que o cartão SD cartão é inserido no slot do Raspberry, o dispositivo é conectado à rede e sua alimentação é habilitada no híbrido do Raspberry, o dispositivo é conectado à rede e sua energia é ativada. O endereço de rede do equipamento associado à porta 8123 pode ser acessado através da interface Home Assistant a Enfrente a conexão através do endereço 192.168.0.134:8123 neste caso. [37]

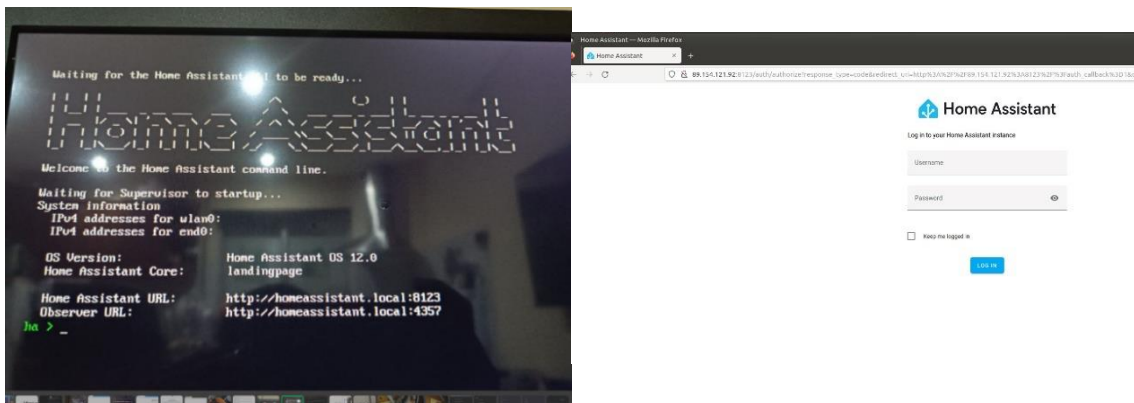


Figura 24: Instalação e criação de conta Home Assistant

O procedimento de configuração começa a partir desta etapa. Primeiro, há uma série de plugins instaláveis que tornarão todo o processo de programação e configuração do sistema mais fácil. É necessário acessar os arquivos de configuração que estão localizados em pastas localizadas na placa Raspberry Pi. [37]

Os complementos já são pacotes otimizados e pré-configurados, que podem ser simplesmente instalados. Para fazer isso, basta navegar de volta para a interface inicial da interface doméstica localizar a opção "Hass.IO". Uma vez lá, identifique algo pelo nome Add-on store para baixar os add-ons (Figura 25). menu e localize a opção "Hass.IO". Uma vez lá, identifique algo pelo nome Loja de complementos para baixar os complementos

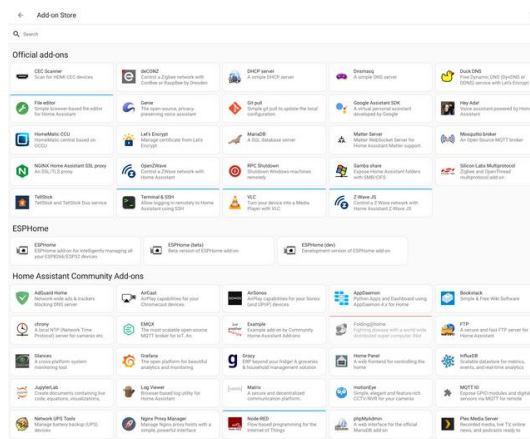


Figura 25: Loja de complementos [41]

Nesta instalação, é utilizado um complemento (Figura 25). O primeiro programa a ser instalado é o "Samba Share", que permite configurar o servidor para que ele possa acessar arquivos e pastas no hass. IO usando a partição de rede do Windows para acessar arquivos e pastas em hass. E/S usando a partição de rede do Windows. Isso faz toda a programação que eventualmente precisará ser feita porque os arquivos de configuração do Home Assistant devem ser acessados e transferidos para componentes personalizados.



Figura 26: ESPHome [41]

Para incorporar esses complementos em sua página inicial, você deve modificar e inserir vários componentes no arquivo `configuration.yaml`. Este arquivo é responsável pela incorporação dos componentes, sua configuração e administração. YAML foi projetado para ser fácil de usar e funciona perfeitamente com linguagens de programação contemporâneas para tarefas diárias, proposto por Clark Evans em 2001 em colaboração com Ingy döt Net e Oren Ben-Kiki. Esta linguagem foi desenvolvida com a convicção de que todos os dados podem ser corretamente representados através da combinação de listas, mapas e dados escalares. A sintaxe é bastante clara e projetada para ser facilmente compreensível, por isso é usada em vários arquivos de configuração.

Privacidade e segurança dos dados recolhidos

Com o aumento da utilização de sensores e dispositivos inteligentes para a recolha de dados ambientais e dos utilizadores, as questões relacionadas com a privacidade e a segurança tornaram-se cada vez mais críticas. A recolha e o tratamento de grandes volumes de dados pessoais ou sensíveis requerem uma abordagem rigorosa para garantir a confidencialidade, integridade e disponibilidade da informação.

Privacidade de dados refere-se à proteção contra uso indevido ou uso não autorizado das informações pessoais de um indivíduo. Quando os dados são recolhidos especialmente em grandes volumes, como em sistemas de monitoramento ambiental ou cidades inteligentes, a anonimização e o consentimento informado são essenciais para garantir que as informações pessoais não sejam usadas indevidamente, a falta de transparência no uso dos dados pode gerar impactos negativos, como a erosão da confiança do público nos sistemas de recolhido de dados.

Além disso, a segurança dos dados é uma preocupação fundamental, especialmente quando os dados recolhidos podem ser alvo de ciberataques. Medidas como criptografia, controle de acesso, autenticação forte e a implementação de firewalls são importantes para proteger os dados armazenados contra acesso não autorizado ou ataques maliciosos. De acordo com Kshetri, ataques a dados pessoais e sensíveis em grandes redes de coleta podem resultar em danos à privacidade dos indivíduos e à infraestrutura pública.

Outro aspeto relevante é a governança de dados, que engloba políticas e procedimentos que garantem o uso responsável dos dados recolhidos. Em muitas jurisdições, como a União Europeia com o Regulamento Geral de Proteção de Dados

(GDPR), a regulamentação exige que as empresas e organizações sejam transparentes sobre a coleta, processamento e armazenamento de dados, além de garantir os direitos dos usuários sobre suas próprias informações [42]

Em síntese, a recolhido de dados, embora essencial para o avanço tecnológico e científico, deve ser acompanhada de políticas rígidas de privacidade e segurança, a fim de proteger os direitos dos indivíduos e evitar possíveis riscos associados à exposição indevida de informações.[42]

Capítulo V – Visualização de dados

Neste capítulo, apresentarei brevemente os dados que foram recolhidos. A instalação do Home Assistant, integrado com os sensores de fluxo de água, permitiu a captura automática de dados em intervalos regulares, com registos precisos ao longo de diferentes dias e horários. Esses dados foram armazenados em um banco de dados centralizado, garantindo uma visão contínua e detalhada do uso da água em um ambiente residencial.

Esta tabela exhibe valores de várias colunas, incluindo Data, Hora, P1, P2, P3. Como podemos ver na tabela 1, representa medidas de variáveis: data indica o dia da medição, hora exata da medição, **P1** Ponto de medição base chuveiro; **P2**: Ponto de medição lava-louça água fria; **P3**: Ponto de medição lava-louça água quente.

A Tabela 1 indica-nos o perfil de uma habitação composta por um indivíduo, na qual foram obtidos valores diferentes nos referidos pontos de medição.

Assim, ao analisar a tabela, você pode observar como o uso de recursos varia em cada um dos pontos de medição durante diferentes momentos

Tabela 1-Dados recolhidos

Data	Hora	P1	P2	P3
01-05-	11	2.5	28.2	0.5
01-05-	13	2.5	31.5	0.5
01-05-	15	0.0	33.9	0.5
01-05-	19	2.5	36.2	0.5
01-05-	21	0.0	0.0	0.5

A Tabela 2 é uma estatística descritiva dos dados que contém valores como: contagem, que são número de observações para cada variável; média das observações; valores mínimo e máximo do consumo, quartis que dividem os dados em percentagem de 25%, 50% e 75%, o desvio padrão indica-nos a dispersão das variáveis à média do consumo. Na tabela é crucial entender a distribuição e as principais características de cada variável.

Tabela 2: Comparação dos dados

	Contagem	média	mínimo	25%	50%	75%	máximo	Desvio Padrão
P1	170	30,28	0	0	25,1	60,8	95,1	30,36
P2	170	8,05	0	0	0,8	11,67	50,5	12,47
P3	170	31,44	0	0	9,7	73,55	99,9	37,95
Hora	170	12,98	1	7	13	19	23	7,07

Histogramas de P1, P2, P3

Nos gráficos de histogramas podemos visualizarmos a distribuição de P1, P2 e P3. O histograma revela informações importantes sobre o uso do chuveiro representado pela variável P1 ao longo do tempo. Concentração de valores próximos a zero: A barra mais alta no gráfico está localizada próxima de 0, o que indica que, na maioria das vezes, o consumo no ponto de medição P1 foi muito baixo. Isso sugere que, durante boa parte do tempo, o chuveiro não estava sendo utilizado. Isso pode ocorrer em períodos do dia em que o consumo de água no chuveiro é naturalmente baixo, como durante a noite ou horários de trabalho.

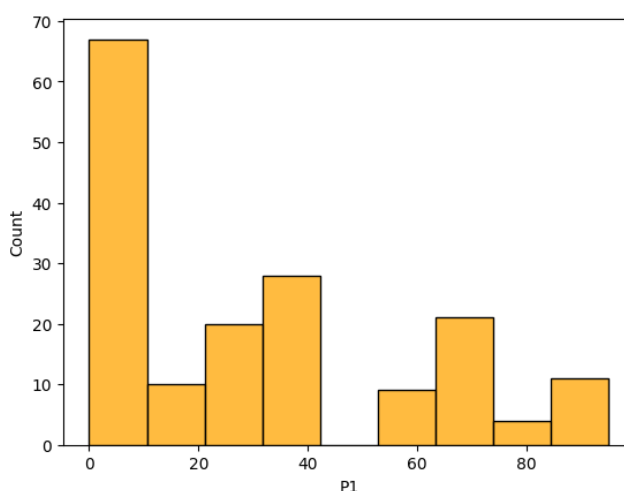


Gráfico 2: Histograma P1

O gráfico 2 fornecido é um histograma que representa a distribuição dos valores de P2, que, conforme indicado anteriormente, corresponde ao outro ponto de medição da água fria da lava-louça. Ele revela informações importantes sobre o padrão de uso desse recurso na habitação, com a maioria dos valores concentrados em torno de zero e uma cauda longa à direita. Tendo forte concentração em zero a barra mais alta, indica que na maioria das concentrações o consumo de água fria na lava-louça foi muito baixo. Isso sugere que o ponto de medição P2 passou grande parte do tempo a ser utilizado. Esse padrão pode ocorrer em dias onde a lava-louça foi acionada

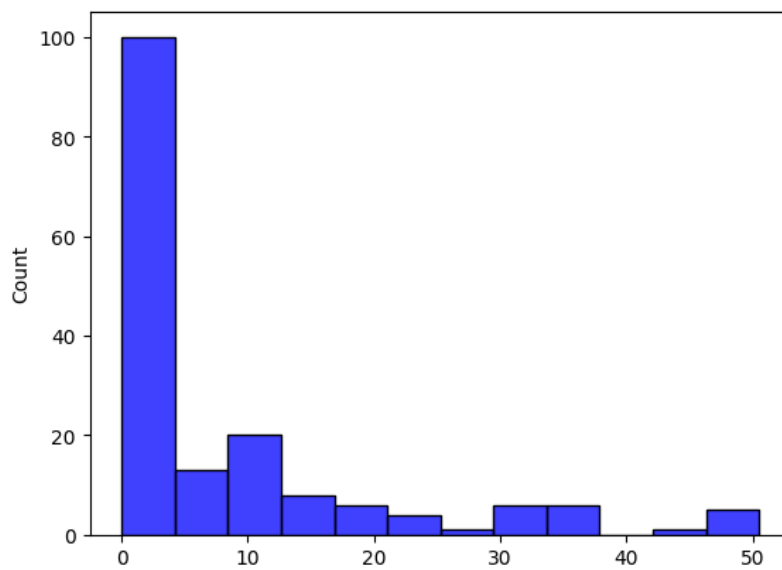
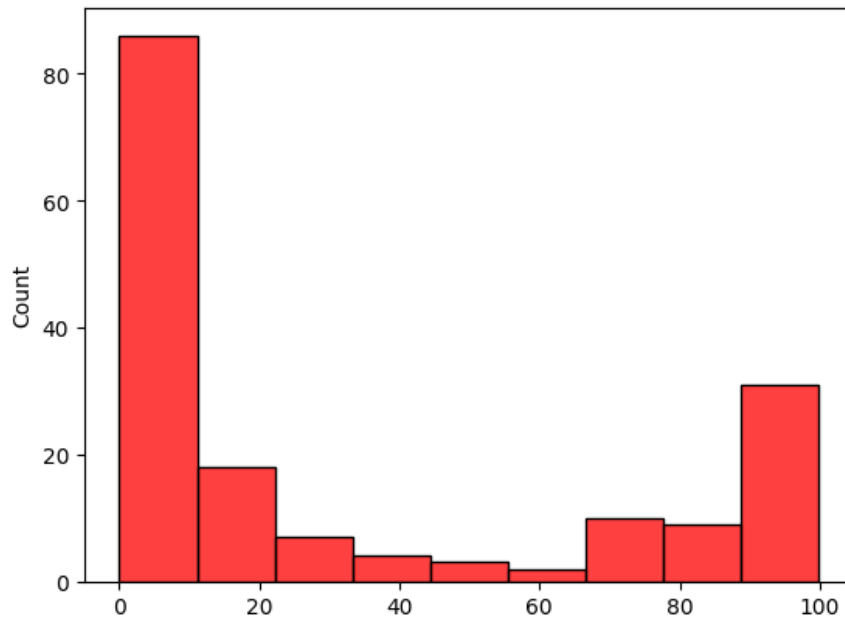


Gráfico 3:Histograma P2

O gráfico 3 de P3 revela informações importantes sobre o padrão de consumo de água quente em uma habitação, mostrando que a maioria das experiências estão experimentadas perto de 0, mas com uma distribuição dispersa para direita que se estende até 100, indicando um padrão de consumo mais variável. Isto sugere que, na maior parte do tempo, o P3 usou uma quantidade muito pequena. Esse comportamento pode ocorrer devido a ciclos de lavagem curtos ou leves.

Para P3, a maioria dos valores também está próxima de 0, com uma distribuição mais dispersa até 100, indicando variabilidade.



Esse gráfico 4 representa um histograma da variável P1, mostrando a contagem de ocorrências em diferentes intervalos de valores, com uma linha de densidade suavizada sobreposta para ilustrar a distribuição dos dados. As observações sobre o gráfico: é uma distribuição dos dados.

A maior frequência de valores está equipada em torno de 0, diminuindo uma grande quantidade de observações de P1 próximas de zero.

Conforme o valor de P1 aumenta, a frequência das ocorrências diminui gradualmente, indicando que valores mais altos de P1 são menos comuns.

Assimetria da distribuição é assimétrica positiva (ou seja, é mais á direita), com uma cauda que se estende para a direita, mostrando que existem alguns valores altos de P1, embora ocorram com menor frequência.

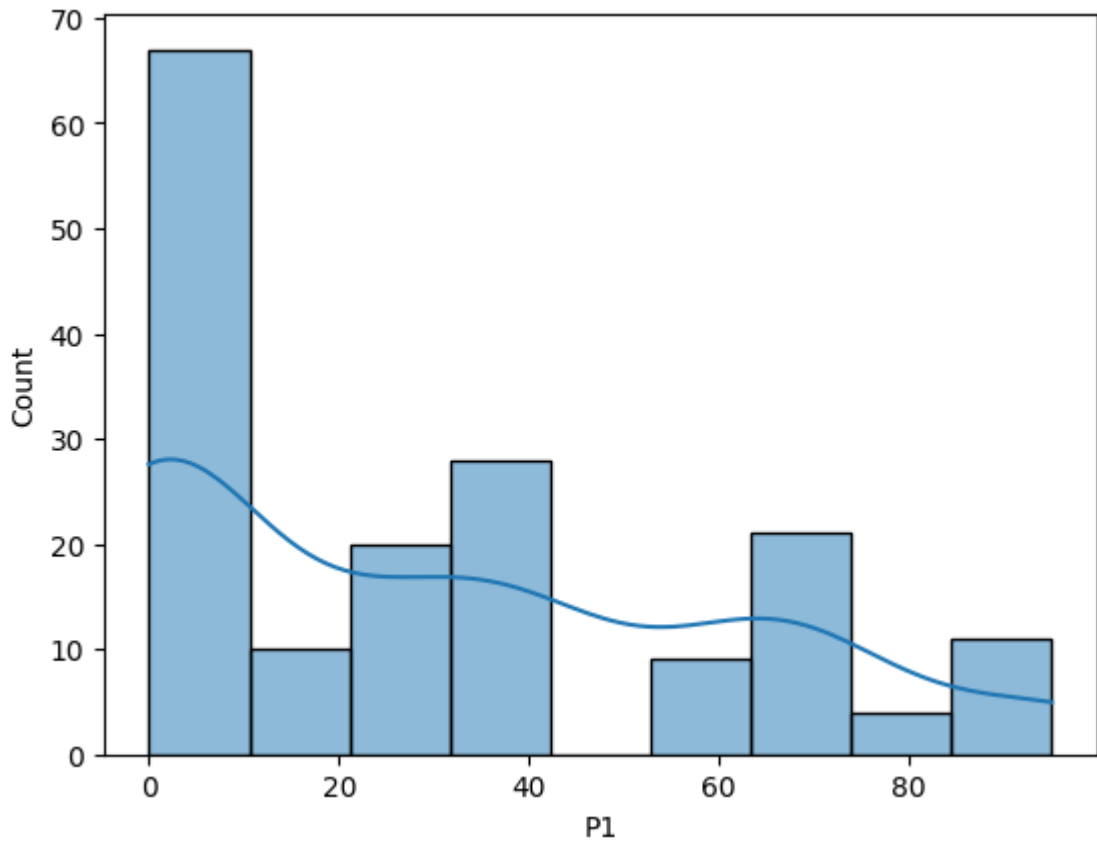


Gráfico 5:Densidade P1

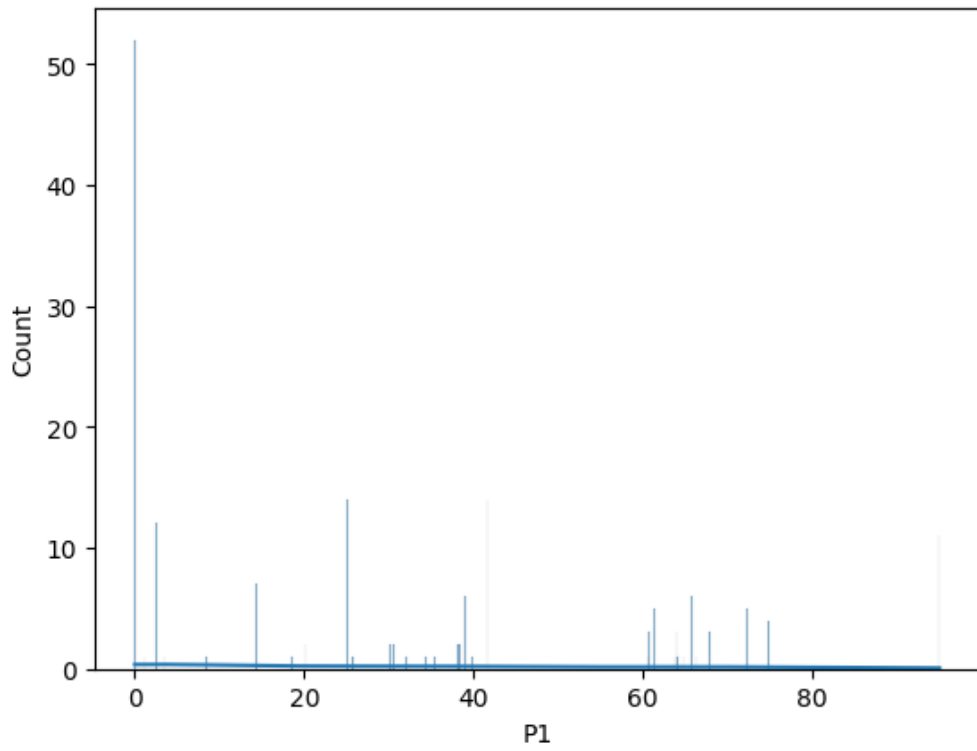


Gráfico 6:Densidade P1

O P2, mostrando a distribuição das contagens de valores em diferentes intervalos, com uma linha de densidade sobreposta para dar uma visão da forma da distribuição. Observações sobre o gráfico: 2 Existe maior concentração de valores baixos.

Há uma alta concentração de valores de P2 em torno de 0, representando mais de 100 ocorrências. Isso indica que muitos valores de P2 estão próximos de zero.

A linha de tendência, que parece ser uma linha de densidade suavizada (possivelmente uma função de densidade kernel), mostra como os dados se distribuem ao longo do gráfico. A linha começa alta no início perto de zero, diminuindo que há uma alta concentração de valores baixos para do P2.

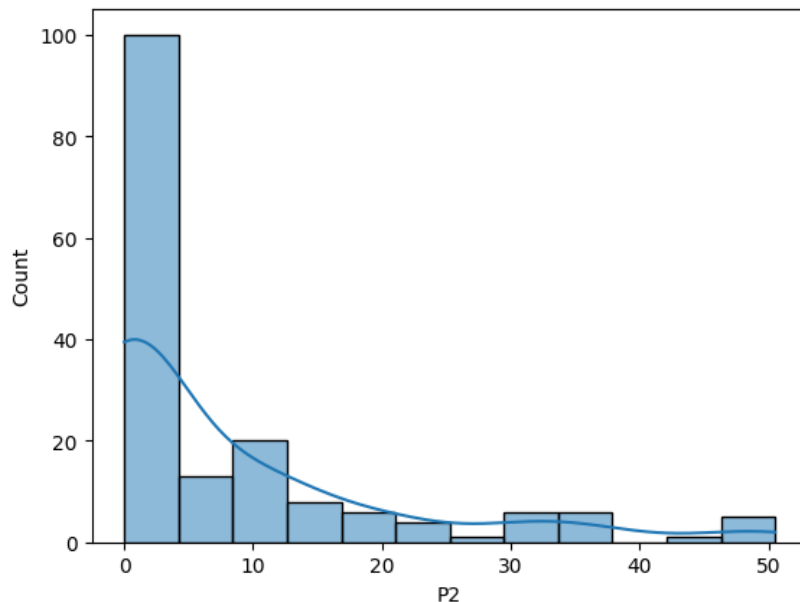


Gráfico 7:Densidade P2

A maioria dos valores é específica no intervalo próximo de 0. Há uma frequência alta nessa região. - Há outra concentração menor de dados entre 80 e 100, indicando que alguns valores também se agrupam nesse intervalo. A linha de tendência com uma curva suavizada sobreposta ao histograma da variável P3 representa uma estimativa de densidade que ajuda a visualizar a distribuição subjacente dos dados, de uma forma mais suave.

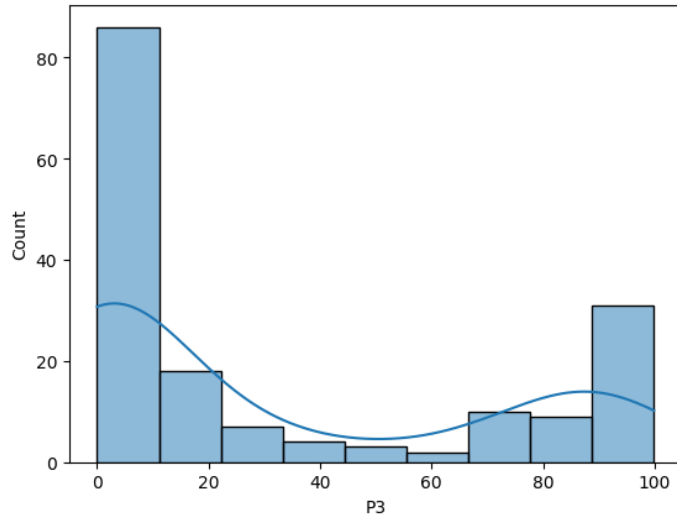


Gráfico 8:Densidade P3

A variável P3 mostra uma distribuição altamente inclinada para valores baixos, com a maioria dos dados próximos de zero. Essa característica pode sugerir que, na maioria dos casos, a variável P3 representa uma quantidade ou intensidade baixa, com poucos registros mais altos. Essa distribuição pode ser comum em variáveis que representam eventos raros ou intensidades baixas em um contexto específico.

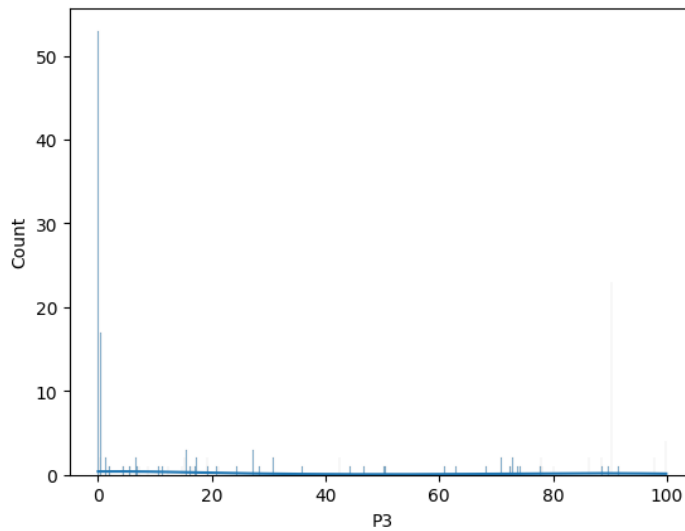


Gráfico 9:Densidade P3

Boxplots de P1, P2, P3

Boxplots são gráficos estatísticos usados para resumir e visualizar a distribuição de um conjunto de dados, mostrando a mediana, os quartis e possíveis valores atípicos (outliers).

Esse tipo de gráfico é especialmente útil para identificar a dispersão dos dados, a presença de assimetria.[43]

Nos boxplots que apresentas para P1, P2, e P3, podemos observar o seguinte: Esse gráfico representa a distribuição dos valores da variável. A caixa (box) representa o intervalo interquartil, que abrange os 50% dos valores centrais da distribuição. A parte inferior da caixa indica o primeiro quartil (Q1), enquanto a parte superior indica o terceiro quartil (Q3). O comprimento da caixa indica a dispersão dos valores de entre Q1 e Q3.

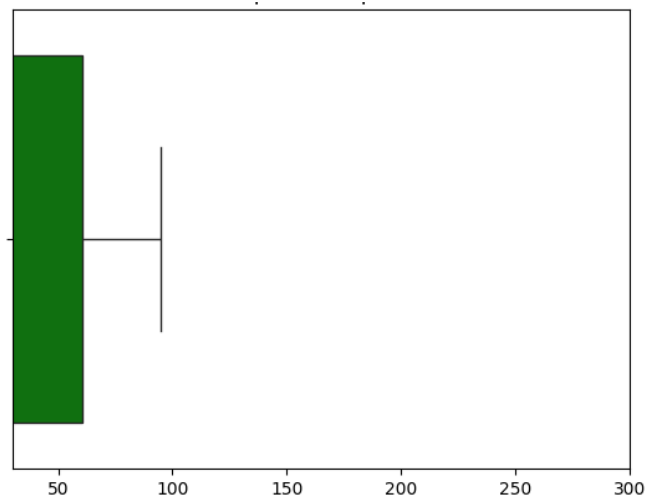


Gráfico 10:Horpower P1

A distribuição de P1 parece variada, com a maior parte dos dados concentrados em valores mais baixos (abaixo de 60). No entanto, há alguns valores mais altos, sugerindo uma leve inclinação positiva. O formato deste boxplot indica que P1 pode ter uma distribuição com muitos valores baixos e alguns valores dispersos em níveis mais altos.

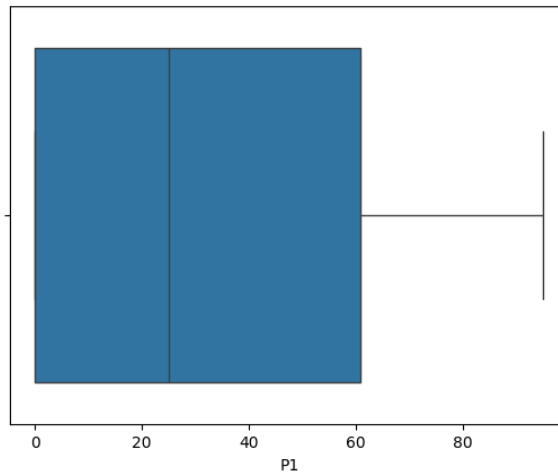


Gráfico 11:Distribuição P1

O gráfico 12 ele mostra algumas características diferentes em comparação com o gráfico anterior. Mostra vários pontos à esquerda, que são considerados outliers. Esses pontos representam valores que estão muito abaixo do limite inferior do intervalo interquartil (IQR). Esses outliers estão todos concentrados em valores de Horsepower muito baixos, em torno de 50 ou menos. 2.

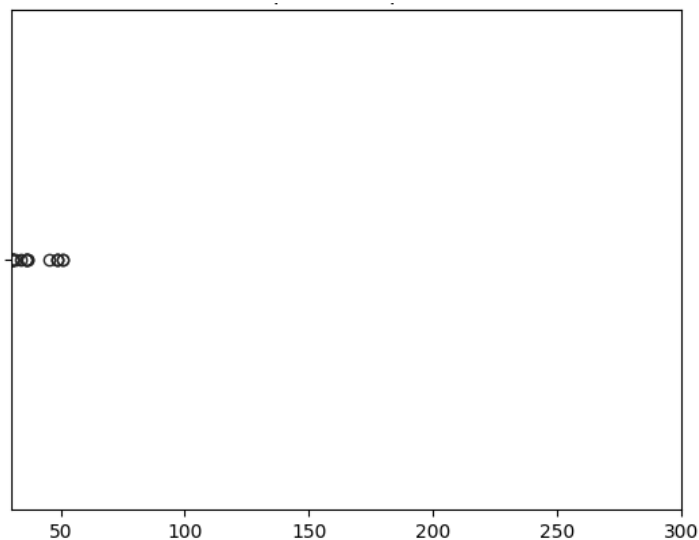


Gráfico 12: Distribuição dos pontos P2

Este gráfico 13 mostra a distribuição de uma variável rotulada P2. Dispersão de dados a caixa principal se estende de cerca de 0 a pouco menos de 15, indicando o intervalo interquartil (IQR), onde os 50% do meio dos pontos de dados estão concentrados.

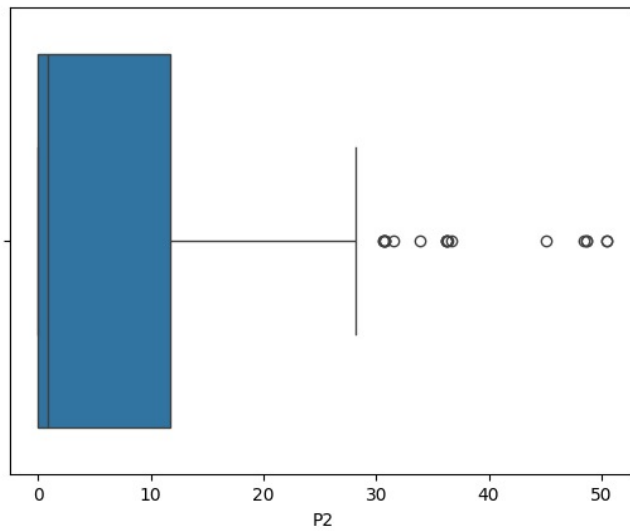


Gráfico 13: Dispersão P2

No gráfico 14 mostra a distribuição de P3 é muito dispersa, com uma gama que se estende até 100, indicando uma variação significativa nas medições de P3.

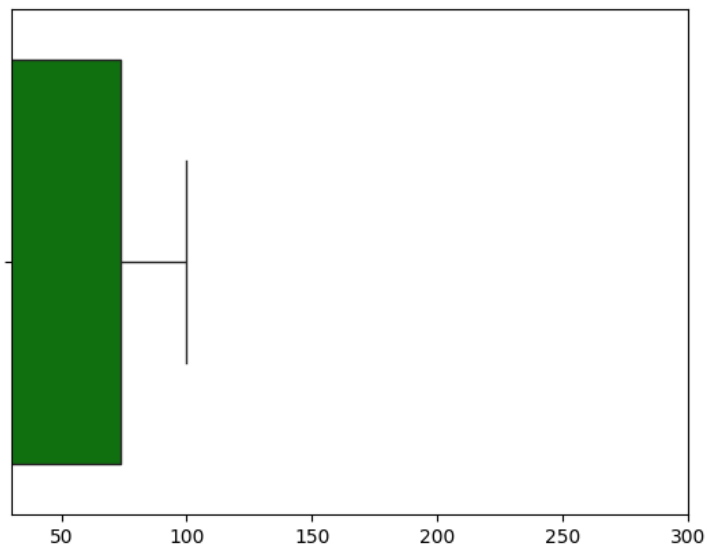


Gráfico 14: Distribuição P3

No gráfico 15 representa a distribuição de uma variável rotulada P3. A dispersão de dados: a caixa principal abrange de quase 0 a aproximadamente 80, o que representa o intervalo interquartil (IQR). Isso sugere que os 50% do meio dos valores para P3 estão dentro desse intervalo.

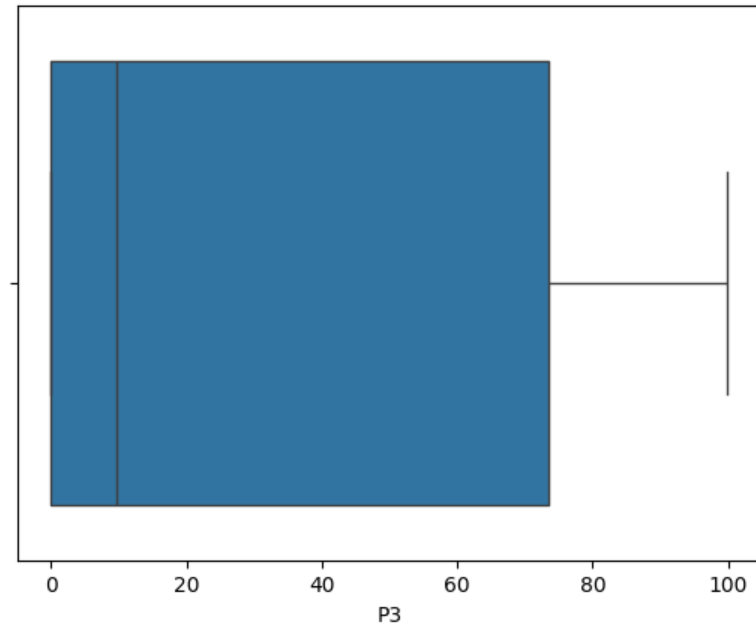


Gráfico 15: Distribuição de variável

Capítulo VI – Conclusão

Para concluir um sistema de monitorização de consumo de água utilizando o Home Assistant, é importante destacar as suas vantagens, impactos e possibilidades de desenvolvimento futuro.

Este relatório de monitorização de consumo de água permite utilizador otimizar o uso de recursos hídricos, identificar desperdícios e alcançar um controlo mais preciso sobre o consumo doméstico ou empresarial. A integração com o Home Assistant proporciona uma interface intuitiva e centralizada, que facilita o acompanhamento em tempo real dos dados, a configuração de alertas para padrões de consumo fora do normal e a automação de ações, como avisos de consumo elevado. A possibilidade de usar sensores de fluxo e dispositivos IoT torna o sistema altamente personalizável e escalável, permitindo a integração com outros recursos da casa inteligente.

Os impactos deste sistema incluem uma maior eficiência no uso da água, contribuindo para a sustentabilidade ambiental e a redução de custos na fatura de água. Além disso, o sistema permite ao utilizador tomar decisões informadas sobre o consumo e reduzir a pegada hídrica.

Para o futuro, podem ser consideradas melhorias como a incorporação de inteligência artificial para prever picos de consumo, ou a integração com painéis solares para calcular o impacto ambiental do uso de água. Além disso, este sistema poderá expandir-se para aplicações empresariais ou públicas, onde o monitoramento de grandes consumos de água é crítico.

Com a crescente preocupação com a sustentabilidade, um sistema de monitorização de água com o Home Assistant posiciona-se como uma solução prática e eficiente, que vai ao encontro das necessidades de controlo e otimização de recursos hídricos.

Referências

- [1] Costa, T. T. da. (2024). Estação de Monitorização de Parâmetros de Qualidade da Água. Dissertação de Mestrado, Universidade de Lisboa.
- [2] Silveira, A. T. Z. da. (2024). Importância dos sistemas inteligentes de água nas cidades para a eficiência do serviço (Dissertação de Mestrado). Universidade de Lisboa, Orientada pela Professora Doutora Helena Margarida Machado da Silva Ramos.
- [3] AGÊNCIA PORTUGUESA DO AMBIENTE. Monitorização e avaliação da água. Disponível em: <https://apambiente.pt/agua/monitorizacao-e-avaliacao>. Acesso em: 1 set. 2024.
- [4] BEBLU ENERGY. A importância da monitorização dos consumos de água. Disponível em: <https://www.bebenergy.pt/a-importancia-da-monitorizacao-dos-consumos-de-agua/>. Acesso em: 1 set. 2024.
- [5] Costa, T. (2021). Estação de Monitorização de Parâmetros de Qualidade da Água. Universidade do Minho.
- [6] Carvalho, R. (2022). Monitorização da Qualidade da Água. Instituto Politécnico de Beja.
- [7] Tadokoro, H. et al. (2011). Sistema de Água Inteligente para Cidades Inteligentes. Hitachi Review.
- [8] SEJA Azulenergia. (2023). A importância da monitorização dos consumos de água. Disponível em: <https://www.bebenergy.pt/a-importancia-da-monitorizacao-dos-consumos-de-agua/>
- [9] Kestakon. Siemens WFK40.D110, S55560-F105. 2017. url: <http://www.kestakon.co.uk/siemens-wfk40-d110-s55560-f105/> Acesso em: 1 set. 2024.
- [10] POUPA ENERGIA. Contadores inteligentes. Disponível em: <https://poupaenergia.pt/empresas/contadores-inteligentes/>. Acesso em: 1 set. 2024.
- [11] Ferreira, J. D. S. (Ano). Home Assistant versus Hubitat (Dissertação de Mestrado). Universidade [Nome da Universidade], Mestrado em Engenharia Informática.
- [12] Samsung. (2024). Casa inteligente e sustentável: Inovação e eficiência energética definem o presente e o futuro das residências. Samsung Newsroom. Disponível em <https://news.samsung.com/br/artigo-casa-inteligente-e-sustentavel-inovacao-e-eficiencia-energetica-definem-o-presente-e-o-futuro-das-residencias>
- [13] ÓBVIO. Razões para ter uma casa inteligente. Disponível em: <https://obvio.pt/razoes-para-ter-uma-casa-inteligente/>. Acesso em: 1 set. 2024.

- [14] HELBOR. Automação residencial. Disponível em <https://www.helbor.com.br/blog/tech/automacao-residencial>. Acesso em: 1 set. 2024.
- [15] DUSUN. Top 20 home automation systems. Disponível em: <https://www.dusuniot.com/pt/blog/top-20-home-automation-system/>. Acesso em: 1 set. 2024.
- [16] TSS HARA. Tipos de automação residencial: Informações e dispositivos. Disponível em: <https://tsshara.com.br/blog/solucoes-para-voce/tipos-de-automacao-residencial-informacoes-e-dispositivos/>. Acesso em: 1 set. 2024.
- [17] INTELBRAS. Tipos de automação residencial. Disponível em: <https://blog.intelbras.com.br/tipos-de-automacao-residencial/>. Acesso em: 1 set. 2024.
- [18] WEG. Automação residencial: O que é, como funciona e quais as vantagens. Disponível em: <https://www.weg.net/tomadas/blog/tecnologia/automacao-residencial-o-que-e-como-funciona-e-quais-as-vantagens/>. Acesso em: 1 set. 2024.
- [19] RASPBERRY PI FOUNDATION. Raspberry Pi. Disponível em: <https://www.raspberrypi.org/>. Acesso em: 1 set. 2024.
- [20] INFLUXDATA. Time series database. Disponível em: <https://www.influxdata.com/time-series-database/>. Acesso em: 1 set. 2024.
- [21] DEVLANE. Time series database with InfluxDB. Disponível em: <https://www.devlane.com/blog/time-series-database-with-influxdb>. Acesso em: 1 set. 2024.
- [22] TIMESCALE. 5 InfluxDB alternatives for your time series data. Disponível em: <https://www.timescale.com/learn/5-influxdb-alternatives-for-your-time-series-data>. Acesso em: 1 set. 2024.
- [23] NOOR, M. et al. Uma arquitetura proposta de sistema de alerta precoce de detecção de inundações e evacuação baseado em IoT. Em: 2017 IEEE 3rd International Conference on Engineering Technologies and Social Sciences (ICETSS). IEEE, 2017. p. 1-5.
- [24] CHANG, C. et al. Rumo a um processamento distribuído e em tempo real de data warehouses. Em: ASEE Annual Conference and Exposition, Conference Proceedings. 2017.
- [25] Silva, L. J. N..Utilizando o Home Assistant e o NodeMCU para um modelo de automação residencial.
- [26] DigitUMa. (n.d.). Home Assistant versus Hubitat. DigitUMa.
- [27] Inovatecnologia. (n.d.). Home Assistant: Automação Open Source
- [28] Pplware. (n.d.). Home Assistant: Plataforma gratuita para controlar sua casa
- [29] PCGuia. (n.d.). Visão geral do Home Assistant.
- [30] INSTITUTO POLITÉCNICO DE VISEU. Home Assistant como hub de automação.

- [31] Proen Energetika Nekretnina. Podžbukni ili ravni vodomjer. 2017. url: <https://www.proen.hr/podzbukni-ili-ravni-vodomjer/>
- [32] Meters - WaterWorld. Meters - WaterWorld. url: <http://www.waterworld.com/articles/print/volume-28/issue-2/products/products-services/meters.html>
- [33] Zenner. ZENNER Encoder Type Registers - Zenner. url: http://www.zennerusa.com/index.php?id{_}product=52{\&}controller=product
- [34] WaterWorld. Products & Services: Meters & Meter Reading Equipment - WaterWorld. 2017. url: <http://www.waterworld.com/articles/print/volume-29/issue-02/products/products-services-meters-meter-reading-equipment.html>
- [35] Silva, L. J. N. Utilizando o Home Assistant e o NodeMCU para um modelo de automação residencial.
- [36] Silva, J. (2023). Sistema de automação residencial para monitoramento de consumo de água utilizando ESP8266 (Dissertação de mestrado). Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.
- [37]<https://medium.com/@uliandim/how-to-boot-home-assistant-from-ssd-on-raspberry-pi-4-e666bf0c721>
- [38] Livros Clássicos de Estatística e Visualização de Dados Tukey, JW (1977).

Anexo A

Especificações Técnicas

Material do corpo: Cobre

Diâmetro nominal: 1/2 polegadas

Faixa de fluxo: 1 a 30 L/min

Pressão de funcionamento: $\leq 1,75$ MPa

Temperatura de funcionamento: -25 a 80 °C

Tensão de funcionamento: 5 a 18V DC

Sinal de saída: Pulso digital (onda quadrada)

Conector: Saída com cabo de 3 fios (VCC, GND e sinal)