

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALFENAS

MATHEUS MARTINS DOS SANTOS

**SMARTLAB: UM MONITORAMENTO INTELIGENTE PARA LABORATÓRIOS
UTILIZANDO HOME ASSISTANT**

ALFENAS/MG

2025

MATHEUS MARTINS DOS SANTOS

**SMARTLAB: UM MONITORAMENTO INTELIGENTE PARA LABORATÓRIOS
UTILIZANDO HOME ASSISTANT**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Alfenas.

Orientador: Prof. Dr. Luiz Eduardo da Silva

ALFENAS/MG

2025

Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal de Alfenas
Biblioteca Unidade Educacional Santa Clara

dos Santos, Matheus Martins.

SmartLab: uma Solução Inteligente para Laboratórios Utilizando Home Assistant / Matheus Martins dos Santos. - Alfenas, MG, 2025.

18 f. : il. -

Orientador(a): Luiz Eduardo da Silva.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciência da Computação) - Universidade Federal de Alfenas, Alfenas, MG, 2025.

Bibliografia.

1. Automação. 2. Home Assistant. 3. TV Box. 4. Automação de Laboratórios. 5. Automação de Ambientes. I. da Silva, Luiz Eduardo, orient.
II. Título.

MATHEUS MARTINS DOS SANTOS

SMARTLAB: UMA SOLUÇÃO INTELIGENTE PARA LABORATÓRIOS UTILIZANDO HOME ASSISTANT

O Presidente da banca examinadora abaixo assina a aprovação do Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciência da Computação pela Universidade Federal de Alfenas.

Aprovada em: 04 de Dezembro de 2025.

Prof. Dr. Luiz Eduardo da Silva

Presidente da Banca Examinadora

Instituição: Universidade Federal de Alfenas

Prof. Dr. Eliseu César Miguel

Instituição: Universidade Federal de Alfenas

Profa. Dr. José Maurício Schneedorf Ferreira da Silva

Instituição: Universidade Federal de Alfenas

RESUMO

Devido aos avanços tecnológicos observados nos últimos anos, torna-se cada vez mais comum o desenvolvimento de soluções para sistemas de domótica (automação residencial). O Home Assistant (HA) é um software open-source amplamente utilizado para criar e gerenciar essas automações, mas que pode ser empregado em diversos ambientes. Entretanto, a utilização dele para um uso mais específico como o gerenciamento de laboratórios de pesquisa ainda não foi devidamente aprofundada. Este trabalho desenvolve um sistema de gerenciamento de laboratórios utilizando o HA e se baseando na teoria da Internet das Coisas (IoT), com o objetivo de auxiliar no monitoramento e análise das atividades do laboratório. Este sistema foi desenvolvido utilizando como computador principal uma TV box reconfigurada e diversos sensores para a verificação de variáveis, como por exemplo temperatura, umidade, luz solar e pressão atmosférica. Foram realizados testes com o monitoramento de temperatura para comprovar a utilização do sistema. Com esses resultados, concluímos que o sistema desenvolvido pode ser implementado em laboratórios e em outros ambientes, contribuindo assim com o enriquecimento da área de automação inteligente.

Palavras-chave: Automação; Home Assistant; TV Box; Automação de Laboratórios; Automação de Ambientes

ABSTRACT

Due to technological advances observed in recent years, the development of solutions for home automation systems has become increasingly common. Home Assistant (HA) is an open-source software widely used to create and manage these automations, but it can be employed in various environments. However, its use for more specific purposes such as research laboratory management has not yet been properly explored in depth. This work develops a laboratory management system using HA and based on the Internet of Things (IoT) theory, with the objective of assisting in the monitoring and analysis of laboratory activities. This system was developed using a reconfigured TV box as the main computer and various sensors for checking variables, such as temperature, humidity, sunlight and atmospheric pressure. Tests were performed with temperature monitoring to demonstrate the system's usability. With these results, we conclude that the developed system can be implemented in laboratories and in other environments, thus contributing to the enrichment of the intelligent automation field.

Keywords: Automation; Home Assistant; TV Box; Laboratory Automation; Environment Automation

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Circuito do módulo de monitoramento da temperatura ambiente	13
Figura 2 – Circuito do módulo de monitoramento da luminosidade	14
Figura 3 – Circuito do módulo de monitoramento da pressão atmosférica	15
Figura 4 – Circuito do módulo de monitoramento da umidade	15
Figura 5 – Circuito do sistema completo	16
Figura 6 – Foto do circuito do sistema completo.....	17
Figura 7 – Dashboard do sistema.....	18
Figura 8 – Previsão Meteorológica Detalhada.....	19
Figura 9 – Exportação do Histórico	20
Figura 10 – Gráfico da temperatura ao decorrer do tempo	21
Figura 11 – Gráfico da umidade ao decorrer do tempo	21
Figura 12 – Gráfico da luminosidade ao decorrer do tempo.....	22
Figura 13 – Gráfico da pressão atmosférica ao decorrer do tempo.....	23
Figura 14 – Exemplo de conversa com o robô do Telegram SmartLab.....	24
Figura 15 – Definição da entidade responsável por fornecer as informações.....	25
Figura 16 – Definição da entidade responsável por fornecer as informações.....	25
Figura 17 – Gráfico correlação entre leituras do sensor DS18B20 e termômetro de referência através de regressão linear.....	27

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Medições simultâneas do sensor DS18B20 e termômetro de referência durante período de validação	26
---	----

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	7
2	REFERENCIAL TEÓRICO	9
3	METODOLOGIA	11
3.1	INSTALAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO	11
3.1.1	Home Assistant e TV Box	11
3.1.2	ESP32 e ESPHome	12
3.2	MÓDULOS DE MONITORAMENTO	12
3.2.1	Temperatura	13
3.2.2	Luminosidade	13
3.2.3	Pressão Atmosférica	14
3.2.4	Umidade	15
3.3	INTEGRAÇÃO DOS MÓDULOS	16
4	FUNCIONAMENTO DO SISTEMA	18
4.1	DASHBOARD	18
4.2	HISTÓRICO	19
4.2.1	Temperatura	20
4.2.2	Umidade	21
4.2.3	Luminosidade	22
4.2.4	Pressão	22
4.3	NOTIFICAÇÕES	23
5	TESTES E RESULTADOS	26
5.1	RESULTADOS	26
5.2	ANÁLISE DOS RESULTADOS	27
6	CONCLUSÃO	29
	REFERÊNCIAS	30

1 INTRODUÇÃO

Com os avanços tecnológicos observados nos últimos anos, vem se tornando cada vez mais comum o desenvolvimento de soluções voltadas à domótica, ou automação residencial (Lippi; Rin, 2019). Dentre várias soluções disponíveis para a automação residencial temos o Home Assistant, que é um software de código aberto utilizado para criar, gerenciar e monitorar as automações de ambientes, como por exemplo casas, escritórios e entre outros (HOME ASSISTANT, 2019). Apesar de seu foco principal ser na automação residencial, seu uso no gerenciamento de laboratórios ainda é uma vertente a ser explorada na área de automação.

Ademais, a automação de laboratórios de pesquisa é importante para garantir a conformidade com as normas de segurança, como por exemplo o controle de temperatura do ambiente ou também assegurar a segurança do laboratório. Além disso, contribui para a redução de erros humanos, o aumento da eficiência operacional, otimização do monitoramento de variáveis, e na padronização dos processos (Lippi; Rin, 2019).

Nesse cenário, a principal abordagem utilizada pelos desenvolvedores é a utilização da Internet das Coisas (IoT). Sendo definida como um novo paradigma, onde os dispositivos irão interagir entre si e tomar decisões com o mínimo de intervenção humana (Tan; Wang, 2010). A IoT tem a capacidade de ampliar a percepção dos seres humanos em relação às máquinas, abrindo portas para novas pesquisas e desenvolvimento de aplicações mais inteligentes.

Diante deste contexto, este trabalho tem como objetivo desenvolver um sistema de monitoramento do ambiente de laboratórios de pesquisa utilizando de uma TV box e Home Assistant com abordagens da IoT. O sistema foi implementado em uma TV box reconfigurada com o objetivo de monitorar o ambiente através da medição de determinadas variáveis como por exemplo temperatura, pressão, umidade e luminosidade. Permitindo um gerenciamento mais autônomo e eficiente dos experimentos no laboratório de pesquisa.

Após o desenvolvimento do sistema, realizamos uma validação no monitoramento da temperatura ambiente, comparando os registros do sensor com um termômetro independente através de uma análise de regressão linear simples. Com isso obtemos resultados favoráveis para a utilização do SmartLab para o monitoramento da temperatura.

Este trabalho está organizado da seguinte forma: na Seção 2 está o referencial teórico, onde demonstramos trabalhos na área de desenvolvimento de sistemas inteligentes e seus paralelos com este projeto. A Seção 3 descreve a metodologia utilizada e as ferramentas e equipamentos necessários para o monitoramento do ambiente. A Seção 4 exhibe o funcionamento do

sistema e sua interface. Por fim, na Seção 5 testamos o monitoramento do sistema exibindo os resultados correspondentes e na Seção 6 está a conclusão desse projeto.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

Nesta seção são apresentados trabalhos relacionados ao desenvolvimento de sistemas de gerenciamento de laboratórios inteligentes com foco em soluções baseadas em Internet das Coisas (IoT) e na plataforma Home Assistant.

Como definido por Tan e Wang (2010) a Internet das Coisas é uma nova forma de comunicação, indo além do humano-humano e humano-máquina se tornando máquina-máquina. Um dos principais fatores que definem essa inovação é a identificação de radiofrequência (RFID), permitindo identificar e extrair informações em tempo real para a aplicação. Sendo assim, essa tecnologia pode ser explorada em diversas áreas de pesquisa, como na automação.

Além disso, Chen (2012) cita as principais dificuldades e oportunidades da IoT, sendo uma das principais o custo para a implementação dos dispositivos e a capacidade das redes, já que atualmente o número de dispositivos conectados é superior aos humanos e no futuro isso será ainda maior, criando um gargalo nas conexões. Entretanto, essa abordagem tem capacidade de reduzir erros humanos, devido ao seu conceito de reduzir interações dos usuários com as máquinas, criando aplicações automatizadas e inteligentes. Assim como proposto por Chen, este projeto tem como objetivo minimizar as interações humanas para reduzir os erros e melhorar a segurança laboratorial.

Como demonstrado na pesquisa desenvolvida por Li, Xu e Zhao (2015), a Internet das Coisas foi implementada com sucesso em diversas áreas da sociedade, como por exemplo em aplicações industriais aumentando a eficiência dos processos, no âmbito da saúde melhorando a qualidade do serviço e na infraestrutura de ambientes como no monitoramento de variáveis. Nosso trabalho pretende corroborar essas implementações da IoT expandindo a área de execução para o monitoramento de laboratórios de pesquisa.

No estudo realizado por Sobrinho *et al.* (2024), são demonstrados possíveis usos de uma TV box reconfigurada, que pode ser transformada tanto em um computador quanto um *thin client* para realizar a transmissão de dados entre o servidor e o usuário. Em paralelo com trabalho proposto por Sobrinho, pretendemos disponibilizar outra funcionalidade para a TV box, tornando-a o servidor de nosso sistema de monitoramento de laboratório.

No sistema inteligente proposto por Poongothai, Subramanian e Rajeswari (2018) para laboratórios foi utilizado uma abordagem com IoT, minimizando as interações humanas para o gerenciamento do ambiente e mantendo todos os equipamentos conectados entre si. O sistema conecta dispositivos, como luzes, ventilação e sistemas de segurança. A solução inteligente

proposta nesse projeto tende a possuir o mesmo propósito que o trabalho do Poongothai, mas dando ênfase a outras funcionalidades como sensores para o monitoramento de variáveis no laboratório.

O projeto desenvolvido por Zhang, Shanmugam e Rana (2022) foi um sistema de monitoramento do gasto energético de computadores em um laboratório, utilizando sensores para coletar os dados das máquinas automatizando os dispositivos do laboratório. O sistema utiliza sensores para coletar dados sobre o uso de energia e também controlar as máquinas, desligando as inativas. Comparado com esse artigo o presente projeto possui uma proposta diferente, sendo um sistema de monitoramento do ambiente, promovendo uma gestão eficiente do laboratório.

Em um trabalho relacionado com o sistema proposto neste projeto, Huang *et al.* (2023) visam o desenvolvimento de uma solução inteligente para o gerenciamento de laboratórios utilizando o Home Assistant. Nesta aplicação, o controlador é uma TV box conectada com sensores para gerenciar o ambiente, automatizando as luzes, resfriamento, segurança e outros dispositivos no ambiente. O sistema proposto neste projeto, visa seguir as mesmas bases desse trabalho citado, mas aprofundando no monitoramento e na documentação de todo processo, garantindo a replicabilidade da aplicação.

Diante dos trabalhos apresentados, este projeto diferencia-se ao propor um sistema de monitoramento inteligente onde através dos dados captados pelos sensores é gerado gráficos para análise do ambiente e notificações aos usuários caso as variáveis ultrapassem determinado limite, essa funcionalidade será explicada na Seção 4. Além disso, demonstramos um novo propósito ao hardware ilegal da TV box utilizando-o como nosso servidor e desenvolvemos uma documentação detalhada do sistema garantindo que ele seja replicável em qualquer ambiente laboratorial.

3 METODOLOGIA

3.1 INSTALAÇÃO E IMPLEMENTAÇÃO

Nessa seção será abordada a instalação e implementação do projeto, assim como os componentes usados.

3.1.1 Home Assistant e TV Box

Nesse projeto, utilizamos como computador principal uma TV box do modelo MX10 mini, equipada com 4GB (gigabytes) de memória RAM e um processador RK3318 rev. 2.0. A TV box foi fornecida pela Receita Federal como parte de um projeto para reutilizar o hardware removendo seu software malicioso. Para isso, substituímos o sistema operacional Android 9.0 pelo Armbian 23.02.2. Esse sistema, por sua vez, é uma distribuição baseada em Debian voltada para computadores com arquitetura ARM. Essa arquitetura se destaca pela eficiência energética e ampla utilização em dispositivos embarcados (ARM, 2025).

Realizamos a instalação do Armbian usando um cartão Micro SD. Após isso, configuramos o acesso remoto à máquina, garantindo a utilização do sistema. Para a inicialização do Home Assistant atualizamos o debian 11 (bullseye) para o debian 12 (bookworm), além de instalar o software de contêiner Docker. Este permite executar o Home Assistant em contêineres isolados, encapsulando a aplicação e suas dependências para garantir consistência na execução (DOCKER, 2025).

O Home Assistant possui dois principais métodos de instalação para computadores, por sistema operacional (SO) e por contêiner. A versão do sistema operacional possui uma configuração mais simples necessitando apenas da instalação de uma máquina virtual. Por outro lado, a instalação via contêiner é mais complexa, mas permite uma personalização maior por parte do usuário, exigindo o uso de softwares especializados em contêiner como o Docker (HOME ASSISTANT, 2019).

Além disso, o Home Assistant via contêiner possui uma variante chamada Home Assistant Supervised. Essa versão é considerada menos complexa que a versão de contêiner e, ao mesmo tempo, possui maior capacidade de customização em relação à versão baseada em SO. No presente trabalho, optou-se pela utilização do Home Assistant na versão Supervised.

3.1.2 ESP32 e ESPHome

Nesse sistema, utilizamos como microcontrolador o ESP32-WROOM-32. Para sua integração, tornou-se necessária a instalação do complemento ESPHome, que consiste em uma extensão do Home Assistant. Nela é possível configurar, editar e instalar o arquivo de configuração no microcontrolador ESP32, transformando-o em um dispositivo inteligente (ESPHOME, 2025).

Após a instalação do ESPHome, o passo seguinte consistiu em editar e instalar o arquivo de configuração em formato YAML no ESP32. Para isso, conectamos o microcontrolador à TV Box por meio de um cabo USB, utilizando-se a interface web da própria extensão. Em seguida, bastou ajustar o arquivo de configuração de acordo com o sensor utilizado no sistema.

3.2 MÓDULOS DE MONITORAMENTO

Na arquitetura da IoT, os sensores constituem a camada de percepção, responsável pela conexão entre o mundo físico com o digital. Eles convertem grandezas físicas (temperatura, luz, pressão) em sinais elétricos permitindo que sistemas computacionais compreendam o ambiente. Sem essa camada sensorial, o sistema IoT perde a capacidade de interagir com o mundo real, sendo reduzido a uma rede convencional.

Portanto neste trabalho, desenvolvemos módulos de monitoramento utilizando os seguintes sensores: DS18B20 para o monitoramento da temperatura, DHT11 para o monitoramento da umidade, BMP180 para o monitoramento da pressão e por fim um fotorresistor LDR para o monitoramento da luminosidade

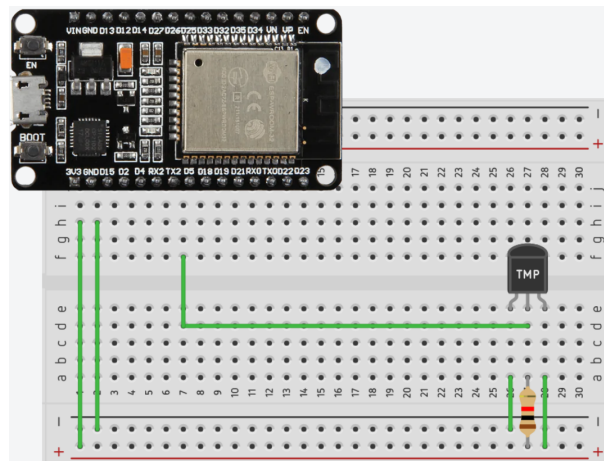
O fluxo de dados inicia nos sensores, que transmitem suas medições ao ESP32. Este microcontrolador processa e encaminha os dados ao Home Assistant através do complemento ESPHome. A interface do sistema exibe as informações em tempo real em um *dashboard* interativo, cuja estrutura e funcionalidades são descritas na Seção 4.

3.2.1 Temperatura

O monitoramento da temperatura interna do laboratório utiliza do sensor DS18B20, escolhemos esse sensor devido à sua precisão na medição térmica comparado com os outros sensores DHT11 e BMP180.

O circuito apresentado na Figura 1 mostra a conexão do sensor de temperatura DS18B20 com o microcontrolador ESP32. Nesse esquema, o pino de alimentação do sensor está conectado à linha de 3,3 V do ESP32, enquanto o pino GND aterriza-se junto ao microcontrolador. O pino de dados, por sua vez, está interligado ao pino digital GPIO5 do ESP32. Além disso, para estabilizar a leitura dos dados, utiliza-se um resistor 4,5 k Ω *pull-up* entre os terminais de dados e alimentação.

Figura 1 – Circuito do módulo de monitoramento da temperatura ambiente



Fonte: Autor, 2025

3.2.2 Luminosidade

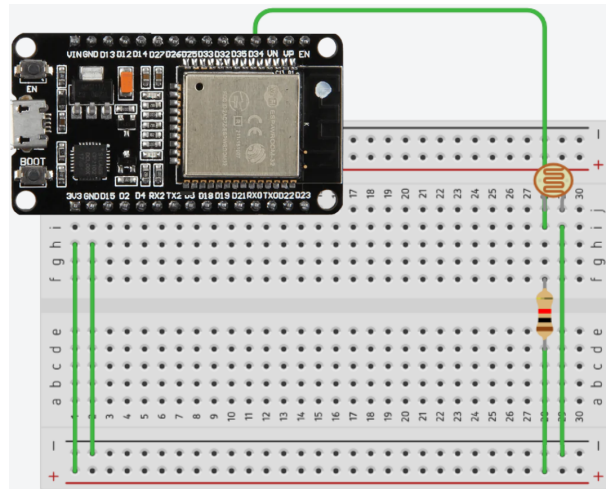
O monitoramento da luminosidade utiliza um sensor fotorresistor LDR de 5mm, componente cuja resistência elétrica varia proporcionalmente à intensidade de luz incidente.

O funcionamento baseia-se na variação da resistência elétrica do sensor LDR conforme a intensidade luminosa do ambiente. Essa alteração é convertida em um sinal analógico para o ESP32, que o transforma em um valor proporcional da luminosidade no ambiente.

Como pode ser observado na Figura 2, o sensor LDR está acoplado a uma das entradas analógicas do ESP32 (pino GPIO34), formando um divisor de tensão com um resistor de 10k Ω . Uma das extremidades do LDR está ligada ao GND do ESP32, enquanto a outra extremidade é

conectada ao pino de leitura analógica e a uma das pontas do resistor. O resistor, por sua vez, está ligado ao terminal de 3,3 V do ESP32, completando o circuito.

Figura 2 – Circuito do módulo de monitoramento da luminosidade



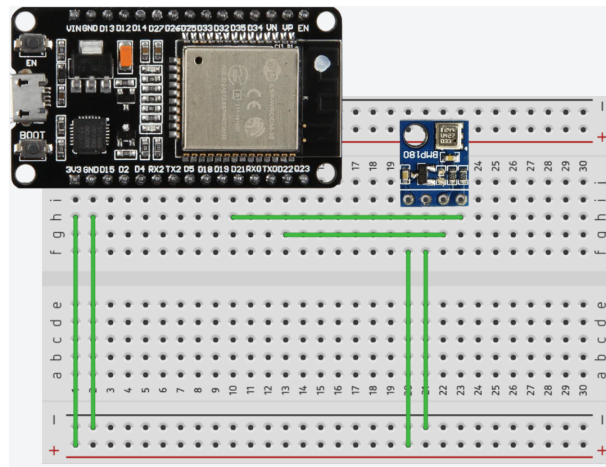
Fonte: Autor, 2025

3.2.3 Pressão Atmosférica

O monitoramento da pressão atmosférica utiliza o sensor BMP180, capaz de realizar medições precisas em hectopascals (hPa).

Como pode ser observado na Figura 3, o sensor BMP180 está associado ao microcontrolador ESP32 por meio da interface de comunicação I^2C (*Inter-Integrated Circuit*), um protocolo serial síncrono que permite a comunicação entre múltiplos dispositivos utilizando apenas duas linhas de dados. Os pinos VCC e GND do sensor estão ligados aos terminais de 3,3V e GND do ESP32, responsáveis pela alimentação do módulo. Já os pinos de comunicação SDA e SCL do BMP180 estão conectados aos pinos GPIO21 e GPIO22 do ESP32, que correspondem às linhas de dados e de clock do barramento I^2C .

Figura 3 – Circuito do módulo de monitoramento da pressão atmosférica



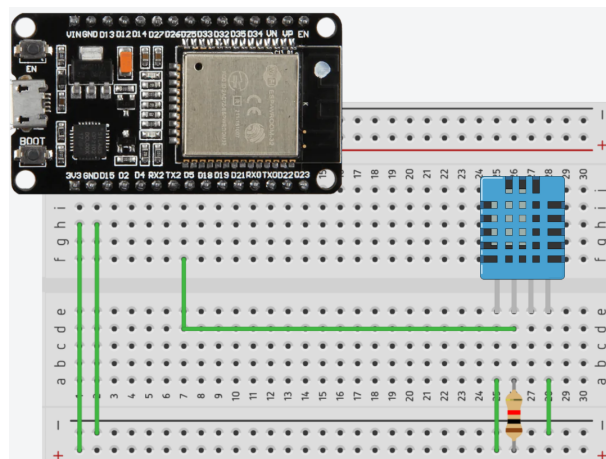
Fonte: Autor, 2025

3.2.4 Umidade

O monitoramento da umidade relativa do ar utiliza o sensor DHT11, um componente digital que integra um sensor capacitivo de umidade e um termistor para compensação de temperatura.

Como pode ser observado na Figura 4, o sensor DHT11 interliga-se ao microcontrolador ESP32 através de três pinos. O pino VCC do sensor está ligado ao terminal de 3,3 V do ESP32, já o pino GND está conectado ao respectivo terminal do microcontrolador. Além disso, o pino dos dados está interligado ao pino digital GPIO5 do ESP32 juntamente com um resistor *pull-up* de 10k Ω , o qual é utilizado entre o pino de dados e a alimentação para garantir a estabilidade da comunicação digital.

Figura 4 – Circuito do módulo de monitoramento da umidade



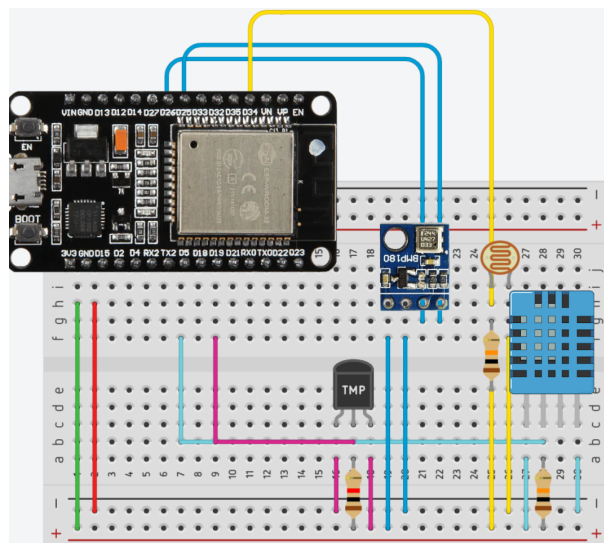
Fonte: Autor, 2025

3.3 INTEGRAÇÃO DOS MÓDULOS

A integração entre os sensores e a aplicação do Home Assistant é executada através do microcontrolador ESP32. Para isso, os sensores foram interconectados com o ESP32 em uma placa de protoboard com 400 entradas, para a prototipação e testes sem a necessidade de soldar os componentes.

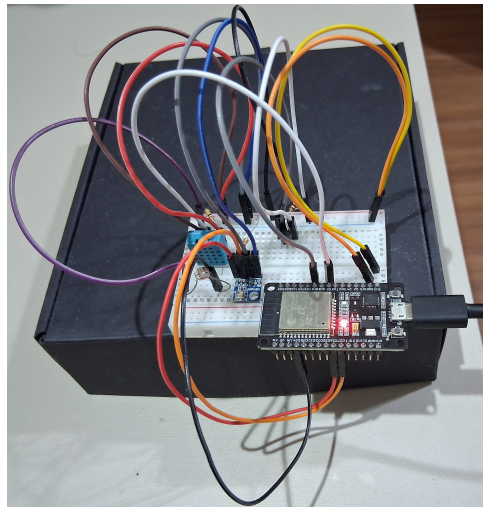
A Figura 5 e 6 apresentam o circuito completo do sistema de monitoramento, no qual todos os módulos sensoriais operam de forma simultânea e compartilham as linhas de alimentação (3,3V e GND) do ESP32. A arquitetura do sistema permite que cada sensor opere de forma independente através dos pinos de comunicação. Essa montagem do sistema em um circuito único foi escolhida para testar o monitoramento, mas existe outras possibilidades como por exemplo utilizar o microcontrolador ESP8266 para isolar os módulos e utilizar de uma comunicação sem fio entre eles e o Home Assistant.

Figura 5 – Circuito do sistema completo



Fonte: Autor, 2025

Figura 6 – Foto do circuito do sistema completo



Fonte: Autor, 2025

Todos os dados coletados pelos sensores são processados pelo ESP32 e transmitidos ao Home Assistant através do ESPHome, onde são apresentados em tempo real na interface do sistema. Para uma leitura mais detalhada sobre a instalação e implementação dos componentes do sistema, recomendamos a consulta do seguinte repositório do GitHub ¹ que desenvolvemos.

¹ (Santos, 2025) <https://github.com/mmsantos147/smartlab>

4 FUNCIONAMENTO DO SISTEMA

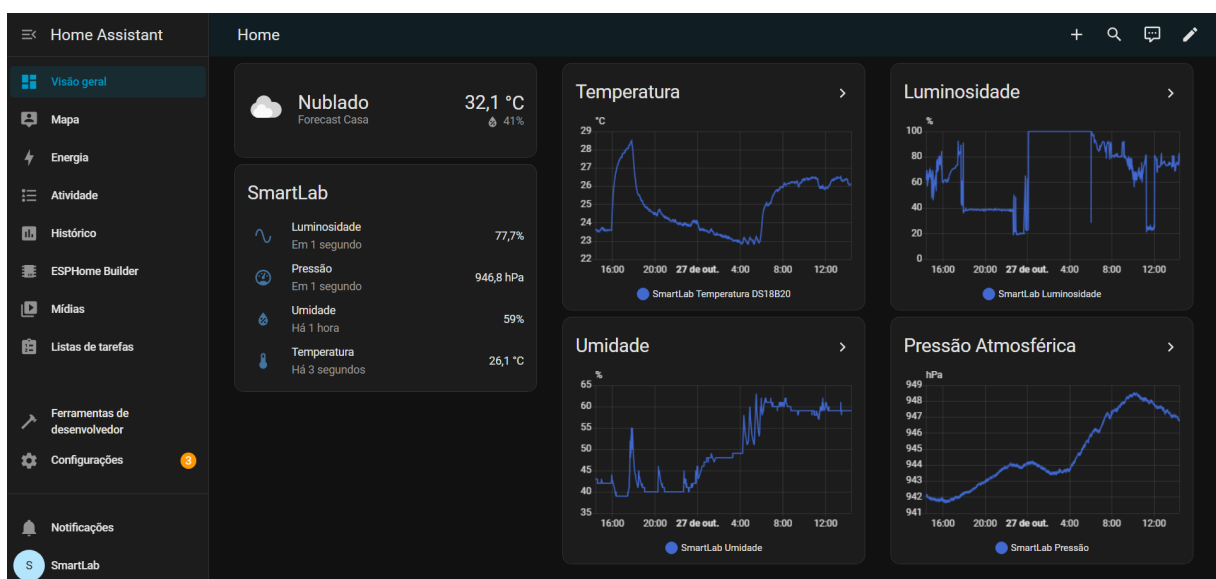
Nesta seção, será demonstrado o funcionamento prático do sistema, abordando a interface de visualização dos dados e as funcionalidades desenvolvidas para o gerenciamento inteligente do laboratório.

4.1 DASHBOARD

Para o desenvolvimento do *dashboard* da aplicação, utilizamos os componentes nativos do Home Assistant como o cartão de previsão do tempo que vem por padrão na tela inicial, cartão de entidades, sendo selecionado a entidade referente aos sensores (SmartLab). Além disso, adicionamos também gráficos para demonstrar o valor das variáveis em determinado período de tempo, no caso padronizamos para mostrar os dados das últimas 24 horas.

A Figura 7 demonstra os componentes utilizados no *dashboard* da aplicação. No canto superior esquerdo, o cartão meteorológico exibe os dados em tempo real da localização definida na criação do perfil, incluindo temperatura, umidade, pressão atmosférica, velocidade do vento e a previsão meteorológica. Um modal detalhado é exibido na Figura 8, esses dados são do Instituto Meteorológico Norueguês¹ integrado nativamente ao Home Assistant.

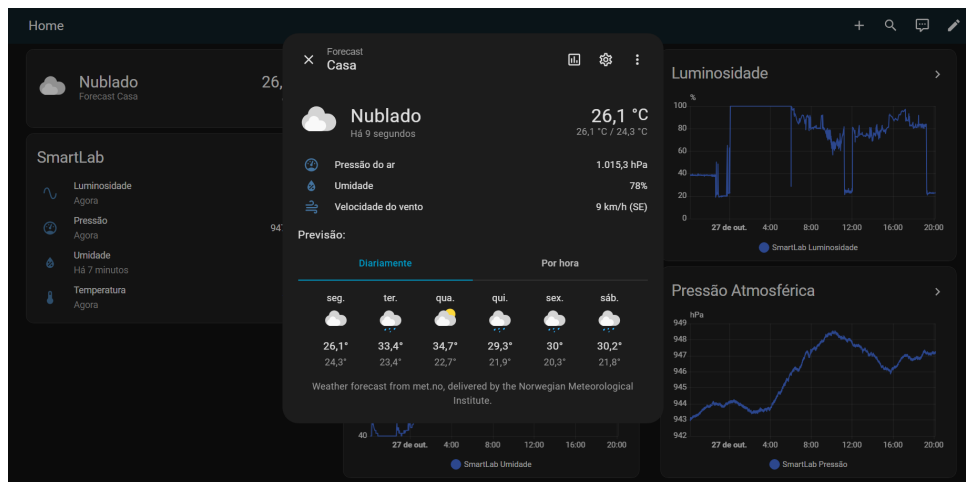
Figura 7 – Dashboard do sistema



Fonte: Autor, 2025

¹ The Norwegian Meteorological Institute: <https://www.met.no/en>

Figura 8 – Previsão Meteorológica Detalhada



Fonte: Autor, 2025

Abaixo do cartão meteorológico, o componente do SmartLab exibe os valores dos quatro sensores implementados: luminosidade e umidade em porcentagem, pressão atmosférica em hPa e a temperatura em Celsius. Configuramos essa visualização para mostrar quando os dados foram atualizados, permitindo identificar leituras desatualizadas.

Por fim, há também os gráficos gerados pelo módulo de histórico do Home Assistant, com configuração personalizável de intervalo temporal e agregação de dados. A interface permite interação como *zoom* e seleção de períodos específicos para análise detalhada.

4.2 HISTÓRICO

O módulo de histórico do Home Assistant rastreia todas as alterações de estado que ocorrem durante a execução da aplicação, sendo ativado por padrão (HOME ASSISTANT, 2025a). Para o registro desses dados o histórico faz uso da integração *recorder*, esta por sua vez utiliza do banco de dados SQLite² e o SQLAlchemy³ como ferramenta para a manipulação do banco de dados (HOME ASSISTANT, 2025b).

Além disso, para não sobrecarregar o banco de dados o histórico possui como configuração padrão a remoção de dados antigos, que ultrapassem 10 dias. Caso o usuário selecione um período maior, os dados exibidos são retirados da tabela de longo prazo, essa por sua vez retorna o cálculo da média dos valores registrados sendo diferente dos resultados obtidos no

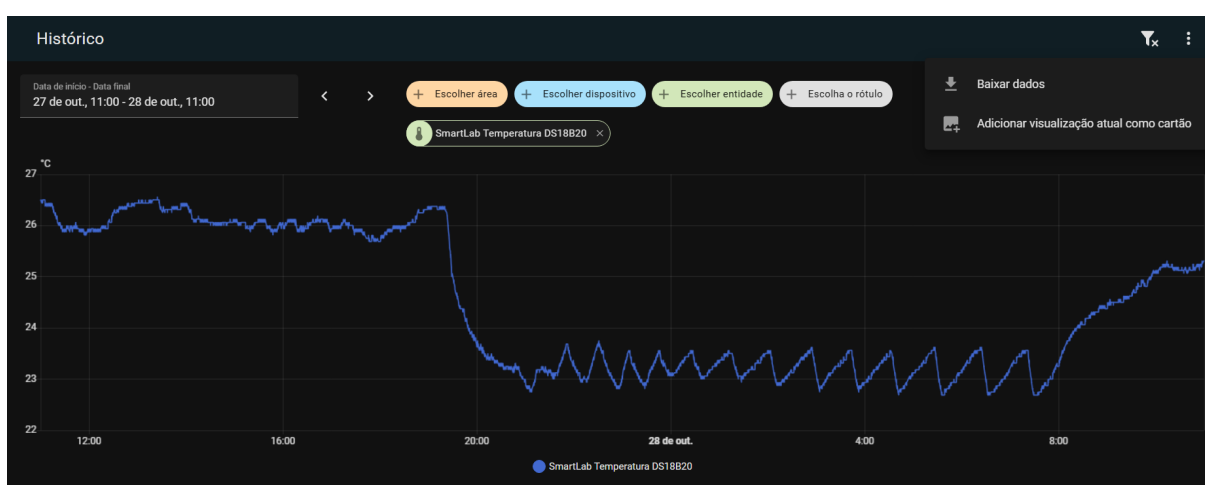
² <https://www.sqlite.org/>

³ <https://www.sqlalchemy.org/>

recorder (HOME ASSISTANT, 2025a). Neste projeto, mantivemos a configuração padrão de 10 dias para o armazenamento de dados, sendo suficiente para a análise semanal do ambiente.

Por fim, os usuários podem exportar os dados presentes no painel de histórico, clicando nos 3 pontos no canto superior direito e após isso em baixar dados como mostrado na Figura 9. O arquivo gerado pela exportação é um documento no formato .csv com os seguintes valores: ID da entidade, o estado registrado pelo sensor e quando foi registrado. Possibilitando análises estatísticas externas, integração com ferramentas de visualização como Excel, Python, R, etc.

Figura 9 – Exportação do Histórico



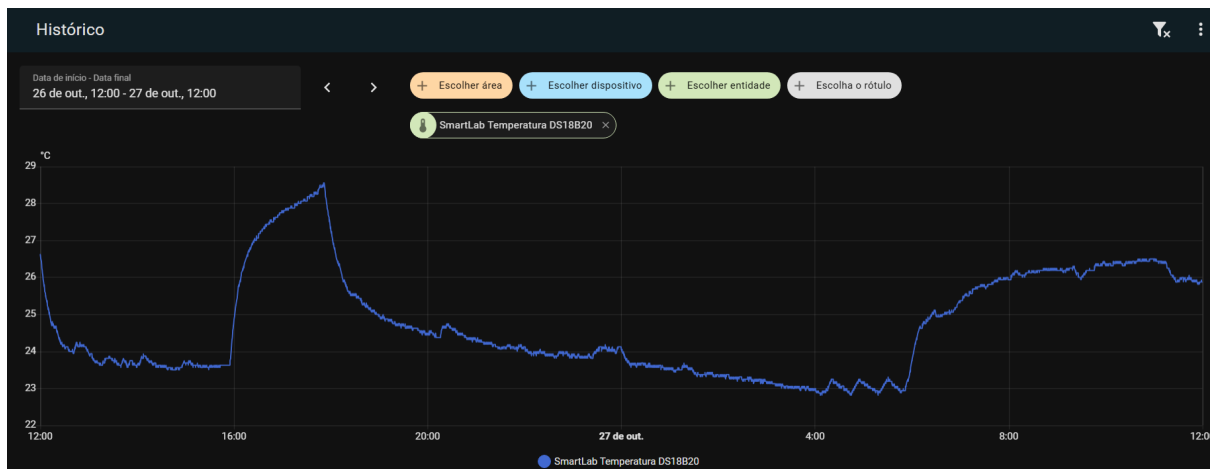
Fonte: Autor, 2025

As subseções seguintes apresentam os gráficos gerados para cada variável durante período de observação de 24 horas, de 26 a 27 de outubro de 2025.

4.2.1 Temperatura

A Figura 10 apresenta o histórico térmico do ambiente, entre os valores registrados, a menor temperatura foi de 23,0°C (registrada às 5:00 do dia 27) e a maior foi de 28,5°C (registrada às 16:00 do dia 26) resultando em amplitude térmica de 5,5°C. Um condicionador de ar foi acionado durante a noite e o fim da tarde, das 18 horas até as 8 horas da manhã do dia seguinte, para demonstrar o monitoramento das ações de climatização no ambiente.

Figura 10 – Gráfico da temperatura ao decorrer do tempo



Fonte: Autor, 2025

4.2.2 Umidade

A Figura 11 exibe o histórico da umidade relativa do ar. O gráfico apresenta padrão escalonado característico do sensor DHT11, com os valores oscilando entre 38% até 65%. As transições abruptas entre níveis são decorrentes do tempo de resposta do sensor (6-15 segundos) e refletem as variações ambientais registradas pelo sistema.

Figura 11 – Gráfico da umidade ao decorrer do tempo

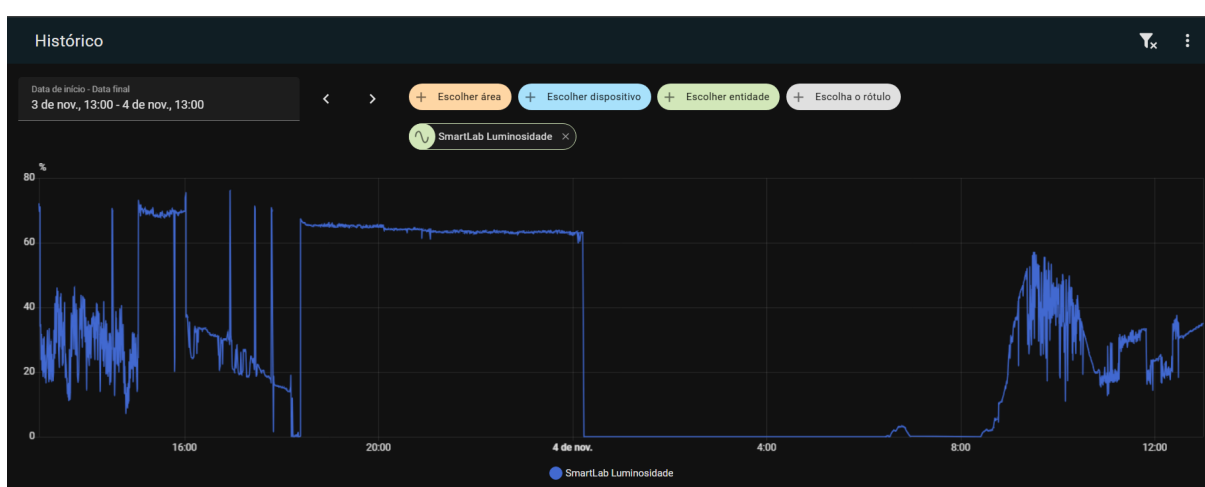


Fonte: Autor, 2025

4.2.3 Luminosidade

A Figura 12 apresenta o histórico luminoso do laboratório, evidenciando padrão predominantemente binário com alta variabilidade. Durante o período noturno (00:00-7:00), o sensor registra valores mínimos em torno de 0%, indicando ausência de iluminação. No período diurno, observam-se valores elevados (60-100%), com variações decorrentes do acionamento da iluminação artificial e da contribuição de luz natural através das janelas do ambiente.

Figura 12 – Gráfico da luminosidade ao decorrer do tempo

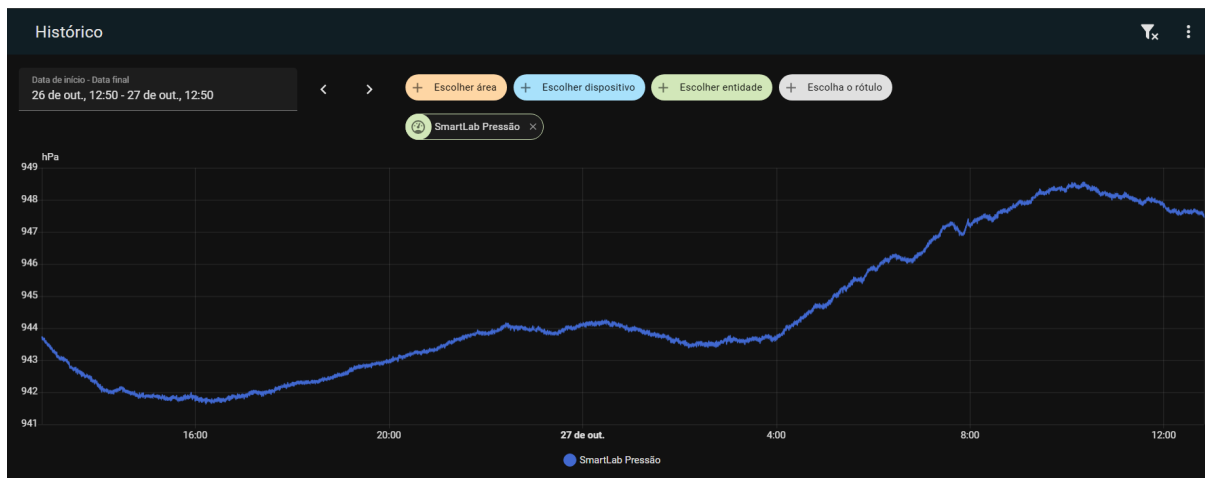


Fonte: Autor, 2025

4.2.4 Pressão

A Figura 13 apresenta o histórico da pressão atmosférica. Diferentemente das variáveis temperatura e umidade, que apresentaram ciclos diários, a pressão atmosférica exibe tendência crescente durante todo o período monitorado variando de 942,8 hPa às 13:00 do dia 26 e eleva-se gradualmente até 948,5 hPa às 10:00 do dia 27, representando aumento de 5,7 hPa (0,6%) no período.

Figura 13 – Gráfico da pressão atmosférica ao decorrer do tempo



Fonte: Autor, 2025

4.3 NOTIFICAÇÕES

O sistema de notificação foi desenvolvido utilizando um robô do Telegram, tal sistema utiliza da extensão Telegram bot do Home Assistant (HOME ASSISTANT, 2025c). Configuramos esse módulo para notificar via mensagem quando a temperatura ambiente estiver acima ou abaixo de um determinado limiar, conforme demonstrado na Figura 14.

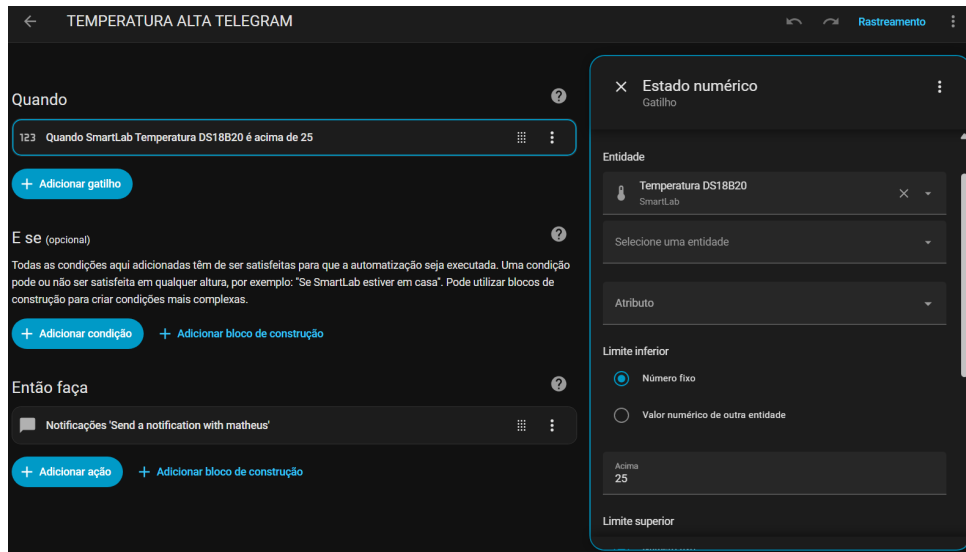
Figura 14 – Exemplo de conversa com o robô do Telegram SmartLab



Fonte: Autor, 2025

Para definir os limiares da notificação, basta criar uma automação nas configurações do Home Assistant. Após a criação da automação, é necessário definir as condições e qual entidade que vai ser responsável para fornecer as informações, e o limiar para o envio da mensagem, igual demonstrado na Figura 15.

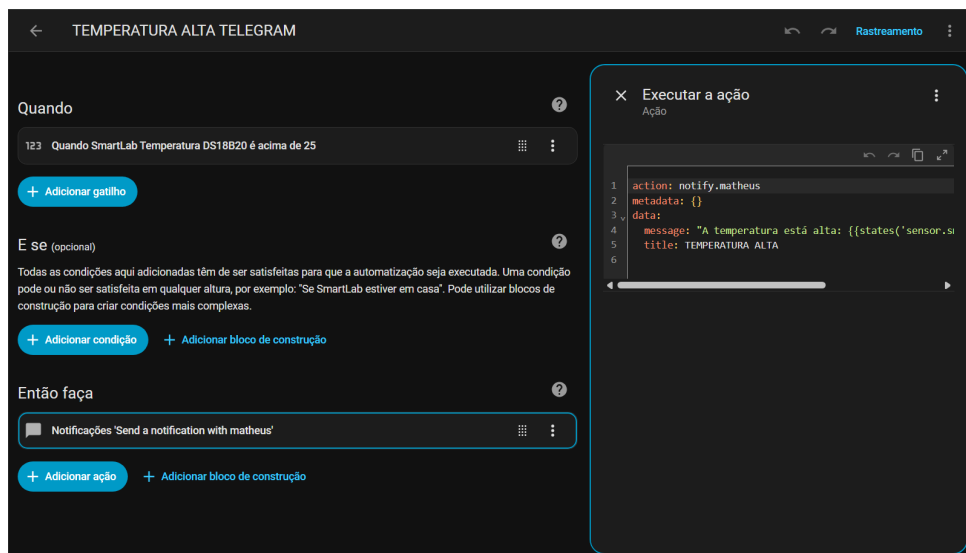
Figura 15 – Definição da entidade responsável por fornecer as informações



Fonte: Autor, 2025

Após isso, o próximo passo é definir qual entidade será encarregada de enviar a mensagem, e também qual será o conteúdo dela podendo definir um *template* e quais informações serão enviados junto da notificação, como visto na Figura 16

Figura 16 – Definição da entidade responsável por fornecer as informações



Fonte: Autor, 2025

5 TESTES E RESULTADOS

Nesta seção, apresentaremos testes realizados no sistema com o objetivo de verificar a confiabilidade do monitoramento das variáveis. Para esses testes, selecionamos como parâmetro a ser validado a temperatura ambiente, devido ao sensor DS18B20 ter a maior precisão entre os sensores utilizados, de aproximadamente $\pm 0.5^{\circ}\text{C}$ ¹ em comparação ao DHT11 e o BMP180 que possuem precisão de $\pm 1^{\circ}\text{C}$ ^{2 3}. Além disso, escolhemos validar a temperatura pela facilidade de simular um ambiente controlável para a realização da validação, já que para a pressão seria necessário o uso de um barômetro e para luminosidade um medidor de lumens por exemplo.

A validação consistiu em comparar as leituras do sensor com um termômetro digital independente, um termo-higrômetro modelo HTC-2, através de uma análise de regressão linear simples, avaliando a correlação entre eles durante um período de 12 horas. Registramos as temperaturas em intervalos de 1 hora, das 9 até as 21 horas, sendo no total 13 registros abrangendo o ciclo térmico diurno e noturno com acionamento do sistema de climatização.

5.1 RESULTADOS

A Tabela 1 apresenta os 13 pares de medições coletadas durante o experimento com variação térmica de $23,5$ a $27,9^{\circ}\text{C}$ no sensor DS18B20 e $23,9$ a $28,1^{\circ}\text{C}$ no termômetro.

Tabela 1 – Medições simultâneas do sensor DS18B20 e termômetro de referência durante período de validação

Sistema DS18B20 ($^{\circ}\text{C}$)	Termômetro ($^{\circ}\text{C}$)
25,8	25,6
26,6	26,8
27,1	27,5
27,3	27,8
27,1	27,1
27,8	28,1
27,9	28,1
27,5	27,6
27,5	27,3
23,8	24,4
23,9	24,4
23,5	24,1
23,5	23,9

Fonte: Autor, 2025

¹ <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Sensors/Temp/DS18B20.pdf>

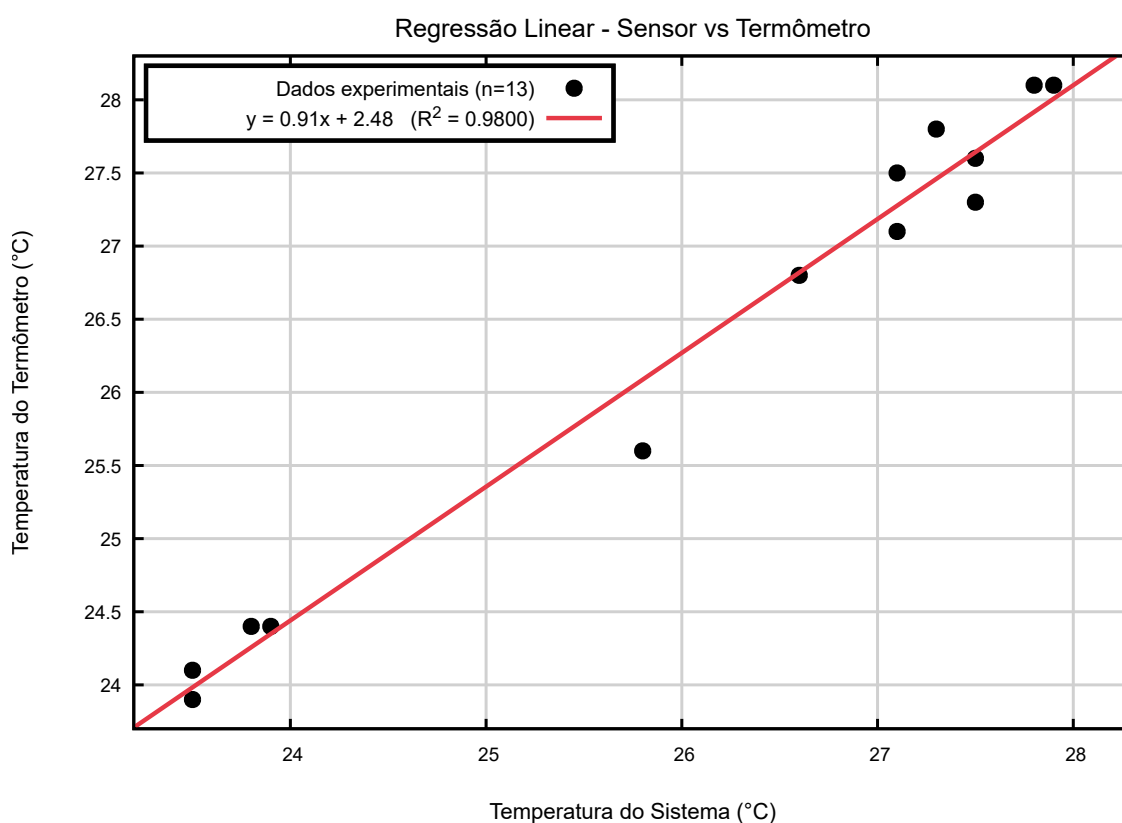
² <https://blog.eletrogate.com/wp-content/uploads/2018/12/DHT11-sumrom.pdf>

³ <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/BST-BMP180-DS000-09.pdf>

5.2 ANÁLISE DOS RESULTADOS

Após a coleta dos dados, realizamos a análise de regressão linear pelo método dos mínimos quadrados, buscando a equação de reta na forma $y = ax + b$ que melhor se ajusta aos dados experimentais, estabelecendo uma relação entre a varável independente (y) e a dependente (x). Para isso utilizamos o software GNUplot⁴ para processar os dados e gerar o gráfico de dispersão, onde os valores captados pelo DS18B20 e do termômetro representam os eixos x e y respectivamente. Neste gráfico foi traçado uma linha reta por regressão linear como exibido na Figura 17, nele os dados experimentais são as coordenadas (x,y) em que x é a temperatura do sensor e o y a temperatura do termômetro.

Figura 17 – Gráfico correlação entre leituras do sensor DS18B20 e termômetro de referência através de regressão linear



Fonte: Autor, 2025

O comando `fit` do GNUplot ajustou automaticamente a inclinação da reta a e o coeficiente linear b , resultando na seguinte equação:

⁴ <http://www.gnuplot.info/>

$$y = 0,91x + 2,48 \quad (R^2 = 0,9800) \quad (1)$$

onde:

- x : temperatura medida pelo DS18B20 ($^{\circ}\text{C}$)
- y : temperatura medida pelo termômetro ($^{\circ}\text{C}$)
- $a = 0,91$: coeficiente angular (sensibilidade relativa)
- $b = 2,48$: coeficiente linear (offset sistemático, $^{\circ}\text{C}$)

O coeficiente de determinação obtido foi $R^2 = 0,980$, indicando que 98% da variação da temperatura nas leituras do termômetro é explicada pelas medições do sensor DS18B20, demonstrando a existência da correlação linear entre os dispositivos. Além disso, a inclinação da reta $a = 0,91$ está próximo de 1,0, indicando resposta linear adequada do DS18B20, com subestimação de 9% em relação ao termômetro. O coeficiente linear $b = 2,48$ revela um offset na leitura da temperatura, sendo justificado pela diferença de calibração, a distância ou do tempo de resposta dos dispositivos.

O alto $R^2 = 0,980$ valida não apenas o sensor, mas todo o fluxo de comunicação para a temperatura (Sensor \rightarrow ESP32 \rightarrow ESPHome \rightarrow Home Assistant), demonstrando ausência de perdas significativas durante a leitura e transmissão dos dados. Comprovando a integridade do sistema de monitoramento desenvolvido.

6 CONCLUSÃO

Como demonstrado nesse trabalho, o sistema de monitoramento inteligente para ambientes laboratoriais utilizando o Home Assistant integrado com sensores baseados em IoT apresentou desempenho adequado para sua implementação em laboratórios. O objetivo principal, criar uma solução acessível e de fácil replicabilidade para o monitoramento de variáveis, foi atingido através da implementação de uma arquitetura composta por TV box reconfigurada, microcontrolador ESP32 e quatro sensores (temperatura, umidade, pressão atmosférica e luminosidade). Os resultados obtidos no experimento corroboram para a utilização do sistema, obtivemos na validação experimental do sensor de temperatura que 98% da variação térmica do termômetro de referência é explicada pelo DS18B20.

Entretanto, há algumas limitações do sistema como ausência de ajuste automático das variáveis, a validação dos outros módulos e a necessidade de dispositivos para monitoramento de experimentos específicos. Portanto para os trabalhos futuros, pretende-se desenvolver sistemas de atuadores para variáveis, por exemplo climatização do ambiente e controle da luminosidade. Além disso, implementar novos componentes para casos específicos como o sensor de efeito Hall A3144, monitoramento de gasto energético, de pH PH-4502C, de Dióxido de Carbono MG811 ou outros sensores para casos específicos. E também, realizar validações mais robustas para as funcionalidades implementados neste sistema.

Por fim, esperamos que a documentação detalhada apresentada nesse trabalho facilite a replicação da solução em outros laboratórios e ambientes. Para uma consulta mais detalhada sobre esta implementação basta acessar o seguinte repositório do GitHub (Santos, 2025).

REFERÊNCIAS

- ARM. **Arm CPU Architecture**. 2025. <https://www.arm.com/architecture/cpu>. Acesso em: 11 set. 2025.
- CHEN, Y.-K. Challenges and opportunities of internet of things. In: IEEE. **17th Asia and South Pacific design automation conference**. [S.l.], 2012. p. 383–388.
- DOCKER. **Docker**. 2025. <https://www.docker.com/#containers>. Acesso em: 15 set. 2025.
- ESPHOME. **Getting Started with ESPHome and Home Assistant**. 2025. https://esphome.io/guides/getting_started_hassio/. Acesso em: 13 out. 2025.
- HOME ASSISTANT. **Home Assistant**. 2019. <https://www.home-assistant.io/>. Acesso em: 24 abr. 2025.
- HOME ASSISTANT. **History**. 2025. <https://www.home-assistant.io/integrations/history/>. Acesso em 28 out. 2025.
- HOME ASSISTANT. **Recorder**. 2025. <https://www.home-assistant.io/integrations/recorder/>. Acesso em 28 out. 2025.
- HOME ASSISTANT. **Telegram**. 2025. https://www.home-assistant.io/integrations/telegram_bot. Acesso em 09 nov. 2025.
- HUANG, H. *et al.* Design of smart laboratory system based on home assistant. In: IEEE. **2023 14th International Conference on Mechanical and Aerospace Engineering (ICMAE)**. [S.l.], 2023. p. 575–580.
- LI, S.; XU, L. D.; ZHAO, S. The internet of things: a survey. **Information systems frontiers**, Springer, v. 17, n. 2, p. 243–259, 2015.
- LIPPI, G.; RIN, G. D. Advantages and limitations of total laboratory automation: a personal overview. **Clinical Chemistry and Laboratory Medicine (CCLM)**, De Gruyter, v. 57, n. 6, p. 802–811, 2019.
- POONGOTHAI, M.; SUBRAMANIAN, P. M.; RAJESWARI, A. Design and implementation of iot based smart laboratory. In: IEEE. **2018 5th International Conference on Industrial Engineering and Applications (ICIEA)**. [S.l.], 2018. p. 169–173.
- SANTOS, M. M. dos. **SmartLab: Projeto de Automação Residencial com ESP32 e Home Assistant**. 2025. <https://github.com/mmsantos147/smartlab>. Acesso em: 09 nov. 2025.
- SOBRINHO, M. P. *et al.* Explorando tv boxes em ambientes educacionais: Vantagens e limitações operando como thin client. In: **Anais da XII Escola Regional de Computação do Ceará, Maranhão e Piauí**. Porto Alegre, RS, Brasil: SBC, 2024. p. 249–258. ISSN 0000-0000. Disponível em: <https://sol.sbc.org.br/index.php/ercemapi/article/view/30192>.
- TAN, L.; WANG, N. Future internet: The internet of things. In: IEEE. **2010 3rd international conference on advanced computer theory and engineering (ICACTE)**. [S.l.], 2010. v. 5, p. V5–376.
- ZHANG, L. W.; SHANMUGAM, K.; RANA, M. E. Iot based intelligent energy monitoring system for computer laboratories. In: IEEE. **2022 International Conference on Decision Aid Sciences and Applications (DASA)**. [S.l.], 2022. p. 1322–1326.