

# ClimaLab: Proposta de Sistema IoT para Controle Inteligente de Ar-Condicionado Integrado ao Gerenciamento de Laboratórios

Carlos Miguel O. M. Silva<sup>1</sup>, Henrique S. Cunha<sup>1</sup>, Ana Beatriz S. Amaral<sup>1</sup>,  
Namem Rachid J. Neto<sup>1</sup>, Guilherme B. Souza<sup>1</sup>, Keven E. V. Bilibio<sup>1</sup>, Pedro F. B. Costa<sup>1</sup>,  
Maria Eduarda M. Mendes<sup>1</sup>, Matheus dos Santos<sup>1</sup>, Elza E. Klimaschewsk<sup>1</sup>,

<sup>1</sup> IFMT Maker, Instituto Federal de Mato Grosso (IFMT)  
– Campus Cuiabá Cel. Octayde Jorge da Silva  
R. Zulmira Canavarros, 95 – Centro, Cuiabá - MT, 78005-390 – Brasil

{c.miguel, namem.rachid, p.fernandes, E.vaz }@estudante.ifmt.edu.br  
{schuindt.anabeatriz, henriquesevducunha, mathiago,  
eduardo.ciniciusac, guilhermeb.s.gs, klimaelza}@gmail.com

**Abstract.** *The inefficient use of air-conditioning systems in educational laboratories may lead to unnecessary energy consumption, especially when equipment remains active in unoccupied rooms. This paper presents ClimaLab, an IoT-based proposal under development for intelligent air-conditioning control in a laboratory environment. The solution integrates an ESP32 microcontroller, an HLK presence sensor, DHT22 temperature and humidity sensors, infrared communication, and a Django-based Laboratory Management System (SGL). The logic designed for the system involves combining occupancy data, ambient temperature, and scheduling data to support decisions on turning the air conditioner on or off and adjusting its temperature. As preliminary contributions, the work defines the system architecture, integration strategy, and expected gains in energy efficiency and laboratory management.*

**Resumo.** *O uso ineficiente de aparelhos de ar-condicionado em laboratórios educacionais pode gerar consumo desnecessário de energia, especialmente quando os equipamentos permanecem ativos em salas desocupadas. Este artigo apresenta o ClimaLab, uma proposta em desenvolvimento de sistema IoT para controle inteligente de ar-condicionado em ambiente laboratorial. A solução integra um microcontrolador ESP32, sensor de presença HLK, sensores DHT22, comunicação infravermelha e o Sistema de Gerenciamento de Laboratórios (SGL), desenvolvido em Django. A lógica projetada para o sistema prevê a combinação de dados de ocupação, temperatura ambiente e agendamento da sala para apoiar decisões de ligar, desligar e ajustar a temperatura do equipamento. Como contribuições preliminares, o trabalho apresenta a arquitetura proposta, a estratégia de integração entre hardware e software e os ganhos esperados em eficiência energética e gestão do laboratório.*

## 1. Introdução

Em laboratórios educacionais e ambientes *maker*, a climatização interfere diretamente no conforto dos usuários e nas condições de uso do espaço. Entretanto, o acionamento

manual do ar-condicionado ainda favorece situações de esquecimento, uso fora do horário e funcionamento desnecessário em salas vazias.

No laboratório em que esta proposta está inserida, identificou-se a necessidade de integrar o controle do ar-condicionado ao contexto real de uso da sala. Além da presença de pessoas, a temperatura do ambiente e o agendamento do laboratório são fatores relevantes para decisões mais adequadas. Apesar da existência de soluções comerciais de automação, essas alternativas tendem a apresentar maior custo e menor flexibilidade de integração com sistemas institucionais.

Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo apresentar o ClimaLab, uma proposta de sistema IoT para controle inteligente de ar-condicionado integrado ao Sistema de Gerenciamento de Laboratórios (SGL). O artigo está organizado em cinco seções: esta introdução; a Seção 2 apresenta a contextualização da proposta; a Seção 3 descreve a metodologia; a Seção 4 discute os resultados preliminares e contribuições esperadas; e a Seção 5 traz as considerações finais.

## **2. Contextualização da Proposta**

A Internet das Coisas (IoT) tem ampliado as possibilidades de automação e monitoramento em edifícios e ambientes educacionais [García-Monge et al. 2024]. Em especial, soluções baseadas em sensores e microcontroladores permitem integrar dados do ambiente a sistemas de gerenciamento, favorecendo ações mais eficientes no uso de energia.

No controle de climatização, a ocupação do espaço é uma informação estratégica, pois pode reduzir o funcionamento desnecessário de equipamentos [Munankarmi et al. 2022]. Além disso, em laboratórios *maker*, o uso de tecnologias acessíveis e replicáveis é coerente com a proposta de experimentação e desenvolvimento de soluções de baixo custo [Quintana-Ordorika et al. 2024].

Nesse contexto, o ClimaLab diferencia-se por integrar presença, temperatura e agendamento institucional em uma mesma lógica de decisão, articulando o dispositivo embarcado ao SGL do laboratório.

## **3. Metodologia**

Este trabalho caracteriza-se como uma pesquisa aplicada, de natureza exploratória, com foco na proposição e implementação inicial de um sistema IoT para automação de climatização em laboratório.

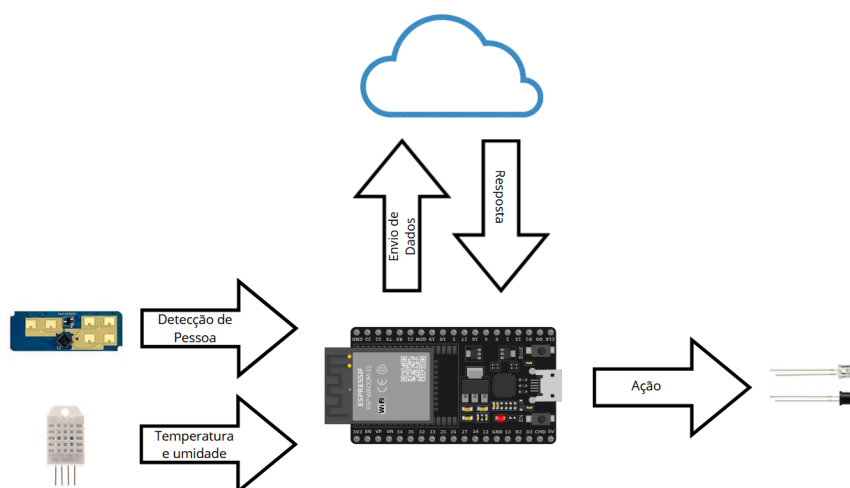
A solução utiliza um ESP32 como unidade principal de controle [Espressif Systems 2026], um sensor HLK para detecção de presença, sensores DHT22 para leitura de temperatura e umidade [Aosong Electronics 2015], e um módulo infravermelho para envio de comandos ao aparelho de ar-condicionado [Wu et al. 2014]. O SGL, desenvolvido em Django, é responsável por armazenar e processar informações de agendamento e regras operacionais do laboratório.

**Tabela 1. Componentes previstos para o sistema ClimaLab**

| Componente            | Qtd.      | Função                     |
|-----------------------|-----------|----------------------------|
| ESP32                 | 1         | Controle e conectividade   |
| Sensor HLK            | 1         | Deteção de presença        |
| Sensor DHT22          | 1 ou mais | Temperatura e umidade      |
| Módulo infravermelho  | 1         | Comando ao ar-condicionado |
| Sistema SGL em Django | 1         | Regras e gerenciamento     |

Fonte: Autores (2026).

O fluxo operacional modelado está estruturado em quatro etapas: leitura da presença, leitura das condições térmicas, envio dos dados ao SGL e retorno da decisão ao ESP32. Com base nessa resposta, o dispositivo pode ligar, desligar ou ajustar a temperatura do aparelho por infravermelho.



**Figura 1. Arquitetura proposta para o ClimaLab. Fonte: Autores (2026).**

#### 4. Resultados Preliminares e Contribuições Esperadas

Até o momento, o trabalho resultou na definição da arquitetura da solução, na seleção dos componentes e na modelagem da integração entre o dispositivo embarcado e o SGL. Esses resultados preliminares indicam a viabilidade conceitual de um sistema de climatização orientado por contexto de uso.

Para apresentar uma estimativa simples do potencial de eficiência, adota-se como cenário de referência um aparelho de ar-condicionado típico de 12.000 BTUs (consumo médio de 1,1 kWh) operando desnecessariamente por 2 horas diárias devido a esquecimentos. Em um mês letivo médio de 22 dias, a mitigação automatizada desse desperdício por apenas uma sala resultaria em uma economia direta de 24,2 kWh/mês. Multiplicado pelo ecossistema de laboratórios do campus, o impacto acumulado valida a viabilidade prática do projeto mesmo antes da coleta final de dados experimentais.

Como a solução ainda está em implementação, os testes quantitativos de desempenho e economia energética permanecem como etapa futura.

## 5. Considerações Finais

Este trabalho apresentou o ClimaLab, uma proposta de sistema IoT para controle inteligente de ar-condicionado integrado ao SGL. A solução combina dados de presença, temperatura e agendamento para apoiar decisões automatizadas em laboratório. Como principais contribuições, o estudo definiu a arquitetura inicial do sistema e sua estratégia de integração. Entre as dificuldades previstas, destacam-se a calibração dos sensores e a adaptação da lógica de controle ao contexto real de uso. Como trabalhos futuros, pretende-se concluir o protótipo, validar a solução em ambiente real e mensurar indicadores de desempenho e economia energética.

## Declaração de Uso de IA Generativa

Este trabalho utilizou ferramenta de Inteligência Artificial Generativa da OpenAI como apoio na estruturação do texto, revisão linguística e organização argumentativa do artigo. Todo o conteúdo foi revisado, validado e aprovado pelos autores, que assumem integral responsabilidade pelas informações apresentadas neste trabalho.

## Referências

- Aosong Electronics (2015). *AM2302 (DHT22) Temperature and Humidity Sensor Datasheet*. Aosong Electronics.
- Espressif Systems (2026). *ESP32 Technical Reference Manual*. Espressif Systems.
- García-Monge, M., Zalba, B., Casas, R., Cano, E., Guillén-Lambea, S., López-Mesa, B., e Martínez, I. (2024). Is iot monitoring key to improve building energy efficiency? case study of a smart campus in spain. *Energy and Buildings*, 306:113894.
- Munankarmi, P., Maguire, J., e Jin, X. (2022). Occupancy-based controls for an all-electric residential community in a cold climate: Preprint. Relatório Técnico NREL/CP-5500-81431, National Renewable Energy Laboratory.
- Quintana-Ordorika, A., Garay-Ruiz, U., e Portillo-Berasaluce, J. (2024). A systematic review of the literature on maker education and teacher training. *Education Sciences*, 14(12):1310.
- Wu, Y.-C., Chen, M.-J., Chang, B.-S., e Tsai, M.-T. (2014). A low-cost web-based infrared remote control system for energy management of aggregated air conditioners. *Energy and Buildings*, 72:24–30.