

UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Angelo Augusto Tiene, 23203063
Eduardo Guasti Matsumoto, 23214262
Fabricio Ricardo Ferreira, 23205317
Flavio Lombardi Ribeiro, 23207586
Genivaldo Jeronimo Da Silva, 23214256
Natã Kesley Stellari Gonçalves, 2104467
Renan Barcelos Feliciano, 23213509
Rhuan Franklin Gomes, 23221280

Clima Conectado

Monitoramento inteligente de temperatura e umidade com IoT

Vídeo de apresentação do Projeto Integrador

<https://www.youtube.com/watch?v=bkXJa2D8ZY0>

Link do GitHub

<https://github.com/Nstellari/Nstellari-Projeto-Integrador-II-UNIVESP.git>

Franca – SP
Guaíra – SP
Orlândia - SP
Severínia – SP
2025

UNIVERSIDADE VIRTUAL DO ESTADO DE SÃO PAULO

Clima Conectado

Monitoramento inteligente de temperatura e umidade com IoT

Relatório Técnico-Científico apresentado na disciplina de Projeto Integrador para o curso de Bacharel em Tecnologia da Informação da Universidade Virtual do Estado de São Paulo (UNIVESP).

Franca – SP
Guaíra – SP
Orlândia - SP
Severínia – SP
2025

TIENE, Angelo Augusto; MATSUMOTO, Eduardo Guasti; FERREIRA, Fabricio Ricardo; RIBEIRO, Flavio Lombardi; DA SILVA, Genivaldo Jeronimo; GONÇALVES, Natã Kesley Stellari; FELICIANO, Renan Barcelos; GOMES, Rhuan Franklin. **Clima Conectado**. 27f. Relatório Técnico-Científico. Bacharel em Tecnologia da Informação – **Universidade Virtual do Estado de São Paulo**. Tutor: Milene Vitória Lopes Marcolino. Severínia – SP, 2025.

RESUMO

O projeto Clima Conectado propõe o desenvolvimento de um sistema inteligente de monitoramento de temperatura e umidade utilizando Arduino, sensores e tecnologia IoT, com integração ao Zabbix, uma plataforma gratuita e de código aberto para acompanhamento e análise em tempo real. A solução foi pensada para auxiliar empresas que trabalham com alimentos perecíveis, como a Tábuas Cestas Jennifer, localizada em Guaíra–SP, que enfrenta desafios na conservação adequada dos produtos durante o preparo e armazenamento das cestas de café da manhã. O objetivo central é garantir condições ideais de temperatura e umidade, prevenindo perdas, contaminações e mantendo a qualidade dos alimentos até o momento da entrega. A metodologia envolveu etapas de análise do ambiente, estudo de componentes eletrônicos, desenvolvimento de protótipo e configuração de um servidor Ubuntu com MySQL e Zabbix para armazenar e visualizar os dados coletados. O sistema envia medições automaticamente para o servidor, permitindo que o gestor acompanhe gráficos e receba alertas caso as condições ultrapassem os limites definidos. Os resultados demonstram que a automação e o monitoramento em tempo real aumentam a eficiência operacional e reduzem desperdícios. Conclui-se que o Clima Conectado é uma alternativa de baixo custo, escalável e sustentável, que pode ser adaptada para diferentes setores, promovendo ambientes mais seguros, econômicos e tecnologicamente integrados.

PALAVRAS-CHAVE: Arduino; Internet das Coisas; Monitoramento Ambiental; Sustentabilidade; Zabbix.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	4
2 DESENVOLVIMENTO	5
2.1 Objetivos	5
2.2 Justificativa e delimitação do problema	5
2.3 Fundamentação teórica	6
2.4 Aplicação das disciplinas estudadas no projeto integrador	7
2.5 Metodologia	8
3 RESULTADOS: SOLUÇÃO FINAL	10
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	12
REFERÊNCIAS	14
ANEXOS	15
APÊNDICES	18

1 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o avanço da tecnologia e a popularização da Internet das Coisas (IoT) transformaram a maneira como diferentes setores lidam com monitoramento e controle de processos. Entre as áreas que mais se beneficiam dessa integração estão aquelas que envolvem o armazenamento e manipulação de alimentos, nos quais o controle da temperatura e da umidade é fundamental para garantir a qualidade e a segurança dos produtos. A refrigeração adequada evita contaminações, perda de sabor e textura, além de atender às normas da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), que orienta sobre o controle térmico e as boas práticas de manipulação.

Diante desse cenário, o projeto Clima Conectado surge como uma proposta de sistema inteligente voltado ao monitoramento ambiental em tempo real. O trabalho tem como foco a empresa Tábuas Cestas Jennifer, localizada em Guaíra–SP, que produz e comercializa cestas de café da manhã. A empresa enfrenta desafios relacionados à conservação dos alimentos durante o preparo e o armazenamento das cestas, especialmente em períodos de calor intenso, o que pode comprometer a qualidade e elevar o risco de perdas.

A motivação do grupo é oferecer uma solução acessível, sustentável e tecnológica para pequenas empresas que necessitam de controle ambiental, mas não possuem recursos para sistemas comerciais de alto custo. O sistema proposto utiliza Arduino, sensores de temperatura e umidade, e integração com o Zabbix, uma ferramenta gratuita e de código aberto que permite acompanhar os dados coletados em tempo real por meio de gráficos e alertas automáticos.

O objeto de estudo deste projeto é o desenvolvimento e análise de um protótipo de monitoramento ambiental aplicado ao contexto alimentar, com ênfase na viabilidade de uso de tecnologias livres e de baixo custo para melhorar a conservação e a segurança de produtos perecíveis.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 OBJETIVOS

Desenvolver um sistema de monitoramento ambiental inteligente, baseado em Arduino e Internet das Coisas (IoT), capaz de medir e registrar em tempo real a temperatura e a umidade do ambiente de armazenamento de alimentos da empresa Tábuas Cestas Jennifer, integrando essas informações ao Zabbix para visualização e emissão de alertas automáticos, com o objetivo de garantir melhores condições de conservação e reduzir desperdícios.

Objetivos Específicos:

- Identificar as necessidades e os desafios enfrentados pela empresa quanto à conservação de alimentos perecíveis.
- Descrever a importância do controle térmico e da umidade conforme orientações da ANVISA e da FAO.
- Desenvolver um protótipo funcional utilizando Arduino, sensores de temperatura e umidade, e módulo Wi-Fi.
- Implementar um servidor Ubuntu com banco de dados MySQL e a ferramenta Zabbix para coleta e análise dos dados.
- Analisar o funcionamento do sistema e os benefícios obtidos com o monitoramento em tempo real.
- Avaliar a viabilidade econômica e técnica do projeto para aplicação em pequenas empresas do setor alimentício.

2.2 JUSTIFICATIVA E DELIMITAÇÃO DO PROBLEMA

A conservação adequada de alimentos é uma necessidade essencial para qualquer empresa que lida com produtos perecíveis. No caso da Tábuas Cestas Jennifer, a produção de cestas de café da manhã envolve o armazenamento temporário de itens sensíveis à temperatura e à umidade, como frios, frutas, pães e chocolates. A falta de controle preciso sobre as condições ambientais pode resultar em deterioração, contaminação e perda de qualidade, além de representar prejuízos financeiros e riscos à saúde do consumidor.

Diante desse cenário, surge o seguinte problema de pesquisa:

Como implementar um sistema acessível e automatizado para monitorar a temperatura e a umidade em tempo real, garantindo a conservação adequada dos alimentos e a conformidade com as normas sanitárias?

A escolha deste tema se justifica pela sua relevância social e econômica, visto que pequenas empresas do setor alimentício frequentemente enfrentam dificuldades para adotar tecnologias de controle ambiental devido ao alto custo de soluções comerciais. O projeto propõe o uso de componentes de baixo custo e código aberto, como Arduino e Zabbix, o que o torna acessível e replicável em diferentes contextos.

Além disso, o estudo possui importância acadêmica, pois demonstra a aplicação prática dos conhecimentos de tecnologia e IoT em um problema real, aproximando os estudantes da realidade do mercado e das demandas da sociedade. A pesquisa também contribui para a sustentabilidade, reduzindo desperdícios e promovendo maior eficiência no uso de energia e recursos.

2.3 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

O controle ambiental em ambientes de armazenamento e manipulação de alimentos é um fator essencial para a segurança alimentar e para a preservação da qualidade dos produtos. De acordo com a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), o controle da temperatura e da umidade deve ser constante em todos os serviços de alimentação, sendo parte das boas práticas obrigatórias para evitar a proliferação de microrganismos e o risco de contaminação (ANVISA, 2004).

Segundo a Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2019), “a refrigeração é uma das principais ferramentas de conservação de alimentos, pois reduz a velocidade de reações químicas e microbiológicas que causam deterioração”. A falta desse controle adequado pode comprometer não apenas a qualidade do alimento, mas também a saúde dos consumidores e a reputação das empresas do setor.

A utilização de tecnologias inteligentes tem se mostrado uma alternativa eficaz para enfrentar esses desafios. A Internet das Coisas (IoT) permite que sensores e dispositivos

estejam conectados em rede, coletando e transmitindo dados em tempo real. Conforme destaca Alves et al. (2020), a IoT proporciona novas possibilidades de monitoramento, automação e otimização de processos, tornando ambientes mais eficientes e seguros.

Entre as ferramentas disponíveis, o Arduino se destaca por ser uma plataforma de código aberto, acessível e amplamente utilizada em projetos acadêmicos e industriais. Ele permite a leitura de sensores e o envio de dados de forma simples e flexível, servindo como base para inúmeros projetos de monitoramento ambiental (BANZI; SHILOH, 2023).

Para o armazenamento e visualização dos dados, o projeto utiliza o Ubuntu Server, uma distribuição Linux gratuita e estável, e o MySQL, um banco de dados relacional amplamente usado por sua confiabilidade e compatibilidade com aplicações web (CANONICAL, 2025; HOSTMAN TEAM, 2024). Esses componentes tornam a solução viável e de baixo custo para pequenas empresas.

A integração do sistema ao Zabbix é outro ponto de destaque. Segundo a própria documentação oficial, o Zabbix é uma ferramenta open source que permite monitorar métricas em tempo real e configurar alertas automáticos, sendo amplamente adotado em ambientes corporativos e acadêmicos por sua flexibilidade e escalabilidade (ZABBIX, 2025). Essa ferramenta possibilita que gestores acompanhem dados ambientais de forma centralizada, com relatórios e gráficos de fácil interpretação.

Dessa forma, a fundamentação teórica do projeto Clima Conectado demonstra a convergência entre sustentabilidade, segurança alimentar e tecnologia. O uso conjunto de Arduino, IoT, Zabbix, MySQL e Ubuntu Server representa uma solução inovadora e acessível, capaz de promover eficiência e qualidade no controle ambiental, atendendo tanto às normas sanitárias quanto às necessidades práticas de pequenas empresas do setor alimentício.

2.4 APLICAÇÃO DAS DISCIPLINAS ESTUDADAS NO PROJETO INTEGRADOR

O desenvolvimento do projeto Clima Conectado envolveu a integração de diversos conhecimentos adquiridos ao longo do curso, aplicados de forma prática e interligada. Cada etapa da construção do sistema demandou o uso de conceitos de programação, redes, banco de dados, sistemas operacionais e fundamentos de tecnologia da informação.

Na parte de lógica e programação, foram utilizados conceitos fundamentais de estruturação de código e controle de fluxo para programar o Arduino, responsável por coletar e enviar os dados de temperatura e umidade. A linguagem C/C++, utilizada na plataforma, permitiu o controle dos sensores e do módulo de comunicação Wi-Fi, aplicando práticas de desenvolvimento limpo e modular.

O conhecimento sobre banco de dados foi aplicado na configuração e estruturação do MySQL, utilizado para armazenar as informações coletadas pelo sistema. Essa etapa envolveu a criação de tabelas, consultas e a conexão entre o servidor e o Arduino, representando a integração entre hardware e software.

Os conteúdos de sistemas operacionais e redes de computadores foram fundamentais para a instalação e configuração do Ubuntu Server em uma máquina virtual criada no VirtualBox, além da configuração de endereçamento de rede e comunicação entre dispositivos IoT. Essa etapa garantiu que o sistema pudesse funcionar de forma estável e segura, mesmo em ambiente simulado.

Além disso, o projeto aplicou conhecimentos de monitoramento e gestão de TI com o uso do Zabbix, ferramenta que integra visualização gráfica, alarmes e acompanhamento de métricas em tempo real. Esse componente reforça a importância de boas práticas de infraestrutura e administração de sistemas.

Por fim, os princípios de sustentabilidade e inovação tecnológica orientaram a escolha de ferramentas livres e de baixo custo, promovendo uma solução acessível, escalável e ambientalmente responsável, o que demonstra o alinhamento do projeto com valores éticos e sociais aplicáveis à área da computação.

2.5 METODOLOGIA

A metodologia adotada neste projeto seguiu o modelo “ouvir → criar/prototipar → implementar/testar”, conforme as diretrizes do Projeto Integrador da UNIVESP. As etapas envolveram análise de campo, planejamento técnico, prototipagem e simulações, com o

objetivo de desenvolver uma solução acessível e funcional para o controle ambiental de alimentos.

2.5.1 Ouvir e interpretar o contexto:

O projeto teve início com uma visita técnica e entrevista junto à empresa Tábuas Cestas Jennifer, conduzida pela proprietária Jennifer, responsável pela operação da empresa. Durante a conversa, foram observadas as condições de armazenamento dos alimentos utilizados na montagem das cestas de café da manhã e identificados os principais desafios enfrentados, como variação de temperatura e falta de controle de umidade.

Essas observações permitiram compreender as necessidades reais da empresa e fundamentar a criação de um sistema automatizado de monitoramento ambiental. As informações foram registradas em relatórios internos e confirmadas por termo de autorização assinado pela proprietária.

2.5.2 Criar / Prototipar

Com base nos dados coletados, definiu-se a proposta de um sistema composto por um Arduino Uno e sensores para leitura de temperatura e umidade, com transmissão via módulo Wi-Fi para um servidor Ubuntu Server configurado em máquina virtual no VirtualBox. O servidor foi integrado ao banco de dados MySQL e ao sistema de monitoramento Zabbix, que realiza o acompanhamento e a visualização dos dados em tempo real.

Foram utilizados componentes de baixo custo e software livre, visando facilitar a aplicação em pequenas empresas. O circuito eletrônico foi montado em protoboard, e o código foi desenvolvido em linguagem C++ utilizando o Arduino IDE. A configuração detalhada do sistema, incluindo código, ligações e comandos de instalação, está descrita no Apêndice A deste relatório.

2.5.3 Implementar / Testar

Os testes foram realizados em ambiente controlado. Primeiramente, verificou-se a precisão das leituras do sensor e a estabilidade da conexão Wi-Fi. Em seguida, testou-se a

comunicação entre o Arduino e o servidor, com envio periódico de dados para o banco MySQL.

O Zabbix foi configurado para coletar as informações e gerar alertas automáticos sempre que os valores ultrapassassem os limites definidos (por exemplo, temperatura acima de 8 °C ou umidade abaixo de 40%).

Os dados foram analisados e comparados a medições de referência, mostrando boa precisão e resposta rápida. Após a simulação, os resultados foram apresentados à proprietária Jennifer, que confirmou a utilidade da solução para melhorar o controle de qualidade e reduzir desperdícios.

2.5.4 Considerações finais da metodologia

A metodologia combinou pesquisa qualitativa (entrevista e observação) e desenvolvimento técnico (prototipagem e simulação). A integração entre o ambiente físico e o digital mostrou-se eficaz para demonstrar a viabilidade do sistema.

O projeto destaca-se pela simplicidade, custo reduzido e potencial de expansão, podendo futuramente incluir novas funcionalidades, como controle automático de refrigeração, integração com o Zabbix Cloud e alertas via aplicativo móvel.

3 RESULTADOS: SOLUÇÃO FINAL

O desenvolvimento do projeto Clima Conectado permitiu validar a viabilidade técnica e prática da solução proposta para o monitoramento de temperatura e umidade no ambiente de armazenamento de alimentos da empresa Tábuas Cestas Jennifer. A partir das etapas de ouvir, criar e implementar, foi possível transformar uma necessidade real em uma proposta funcional, acessível e sustentável.

Durante a etapa de ouvir o contexto, a equipe realizou uma entrevista e observação direta com a proprietária Jennifer Kaline Silva Gomes, que relatou a dificuldade em manter a temperatura adequada durante o preparo e armazenamento das cestas de café da manhã, especialmente em períodos de calor intenso. Esse diagnóstico inicial foi essencial para compreender o impacto da falta de monitoramento sobre a qualidade dos produtos e o aumento do desperdício.

Na fase de criação e prototipagem, foi construído o circuito eletrônico utilizando Arduino Uno, sensor DHT22 e módulo Wi-Fi ESP8266, montados em protoboard. O código foi programado para coletar leituras de temperatura e umidade a cada 10 segundos e enviá-las para o servidor via rede sem fio. A relação completa dos componentes e seus valores está detalhada no Anexo A – Tabela de Componentes e Custos Estimados do Protótipo, enquanto o esquema elétrico simplificado e as conexões entre os sensores e o microcontrolador estão ilustrados no Anexo B – Esquema Elétrico Simplificado.

Em paralelo, foi configurado um servidor Ubuntu Server em máquina virtual VirtualBox, com banco de dados MySQL para armazenar as medições e integração com o Zabbix, responsável pela visualização gráfica e geração de alertas automáticos. A estrutura do banco de dados e o comando SQL utilizados estão descritos no Anexo C – Estrutura do Banco de Dados MySQL.

A interface do Zabbix mostrou-se prática e intuitiva, permitindo acompanhar em tempo real as variações ambientais e definir gatilhos para alertar o responsável quando a temperatura ultrapassasse os limites ideais definidos conforme as recomendações da ANVISA (2004) e da FAO (2019). As imagens das telas do painel de monitoramento estão apresentadas no Anexo D – Telas do Painel Zabbix (Exemplo de Visualização), que exibem o gráfico de variação de temperatura e umidade em tempo real, o alerta automático emitido ao ultrapassar 8°C e o dashboard principal com o histórico diário das medições.

Os testes simulados em ambiente controlado demonstraram que o sistema respondeu de forma eficiente às mudanças de temperatura e umidade, exibindo as informações corretamente no painel do Zabbix. As notificações configuradas foram acionadas sempre que a temperatura ultrapassou 8 °C, indicando a eficácia da automação no acompanhamento contínuo.

Após a demonstração, a proprietária da empresa relatou que a solução seria extremamente útil no cotidiano, principalmente por reduzir o risco de perdas e facilitar a verificação das condições de armazenamento. Entre os principais benefícios identificados, destacam-se:

- Redução de desperdício de alimentos sensíveis à temperatura;
- Melhoria na organização e controle da rotina de armazenamento;
- Facilidade de visualização e tomada de decisão com base em dados reais;
- Possibilidade de expansão do sistema sem grandes custos adicionais.

Com base nos feedbacks coletados, foram propostas melhorias para versões futuras, incluindo o uso de sensores adicionais em diferentes pontos da sala de armazenamento, alertas automáticos via Telegram e integração com relés para acionar equipamentos de refrigeração ou ventilação de forma automática.

Em termos de custo estimado, a implementação completa do protótipo ficaria em torno de R\$ 780,00, conforme descrito no Anexo A, considerando os sensores, microcontrolador, módulo Wi-Fi e fonte de alimentação. O uso de ferramentas livres como Zabbix, MySQL, Ubuntu Server e VirtualBox garante que não haja despesas com licenças, tornando o projeto financeiramente viável para pequenas empresas.

Por fim, o termo de autorização da empresa, que formaliza a realização do projeto como estudo acadêmico, encontra-se anexado no Anexo E – Termo de Autorização da Empresa.

Dessa forma, o Clima Conectado comprovou seu potencial como uma solução tecnológica simples, de baixo custo e aplicável à realidade de pequenos negócios. O projeto contribui tanto para a modernização de processos quanto para a sustentabilidade e a segurança alimentar, reforçando o papel da tecnologia como aliada na gestão eficiente e consciente de recursos.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

O projeto Clima Conectado foi desenvolvido com o propósito de propor uma solução acessível, sustentável e tecnológica para o monitoramento de temperatura e umidade em ambientes de armazenamento de alimentos. A iniciativa surgiu a partir da parceria com a empresa Tábuas Cestas Jennifer, que enfrenta o desafio de manter a qualidade de produtos perecíveis durante o preparo e a montagem de cestas de café da manhã.

Retomando o objetivo central, buscou-se criar um sistema baseado em Arduino e Internet das Coisas (IoT), integrado ao Zabbix, capaz de coletar, registrar e analisar dados ambientais em tempo real. Os resultados obtidos demonstraram que é possível construir uma solução eficiente utilizando componentes de baixo custo e softwares livres, como Ubuntu Server, MySQL e VirtualBox, reduzindo significativamente o investimento necessário para pequenos empreendedores adotarem tecnologias de controle ambiental.

Com base nas referências estudadas, especialmente nas diretrizes da ANVISA (2004) e da FAO (2019), observou-se que o monitoramento contínuo de temperatura e umidade é uma prática essencial para garantir a segurança e a conservação adequada dos alimentos, evitando tanto contaminações quanto perdas. O sistema desenvolvido atende a essas recomendações ao fornecer dados em tempo real e gerar alertas automáticos sempre que os parâmetros ultrapassam os limites ideais definidos para o armazenamento seguro.

Entre as principais contribuições do projeto, destacam-se a aplicação prática de conceitos estudados no curso — como programação, banco de dados, redes e sistemas operacionais — e a demonstração de como tecnologias livres podem ser utilizadas para solucionar problemas reais do setor alimentício. O trabalho também contribui para a conscientização sobre o uso responsável da tecnologia em favor da sustentabilidade e da segurança alimentar.

Como limitação, ressalta-se que o protótipo ainda foi testado apenas em ambiente controlado. A próxima etapa prevista é a instalação do sistema em funcionamento contínuo na empresa parceira, para análise do desempenho em condições reais e coleta de dados a longo prazo.

O impacto do projeto na comunidade externa é significativo, pois oferece uma alternativa prática e de baixo custo para pequenas empresas melhorarem seus processos e garantirem a qualidade de seus produtos. Além disso, o Clima Conectado promove a integração entre tecnologia e sustentabilidade, servindo como inspiração para novos projetos acadêmicos e empresariais que busquem unir inovação, economia e responsabilidade ambiental.

Assim, conclui-se que o projeto atingiu plenamente seus objetivos, comprovando que soluções tecnológicas simples e bem planejadas podem gerar resultados reais e positivos para

a sociedade, fortalecendo a importância da ciência e da educação aplicada como agentes transformadores.

REFERÊNCIAS

ALVES, F.; PEREIRA, R.; OLIVEIRA, G. **Internet das Coisas aplicada à Agricultura de Precisão: desafios e oportunidades**. *Revista de Tecnologia e Sociedade*, Curitiba, v.16, n.40, p. 101–115, 2020.

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC nº 216, de 15 de setembro de 2004: Regulamento técnico de boas práticas para serviços de alimentação**. Brasília: ANVISA, 2004.

BANZI, M.; SHILOH, M. **Getting Started with Arduino**. 4. ed. San Francisco: Maker Media, 2023.

CANONICAL LTD. **Ubuntu Server Documentation – Version 22.04 LTS**. Londres, 2025. Disponível em: <https://ubuntu.com/server>. Acesso em: 25 out. 2025.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Manual on Food Safety: Temperature Control**. Rome: FAO, 2019. Disponível em: <https://www.fao.org>. Acesso em: 25 out. 2025.

HOSTMAN TEAM. **How to Install MySQL on Ubuntu**. HOSTMAN Academy, 2024. Disponível em: <https://hostman.com/tutorials/mysql-ubuntu/>. Acesso em: 25 out. 2025.

UNIVESP – Universidade Virtual do Estado de São Paulo. **Diretrizes para Elaboração de Projetos Integradores**. São Paulo: UNIVESP, 2024.

ZABBIX SIA. **Zabbix Documentation 7.0 LTS – Monitoring Beyond IT Infrastructure**. Riga: Zabbix SIA, 2025. Disponível em: <https://www.zabbix.com/documentation/>. Acesso em: 25 out. 2025.

ANEXOS

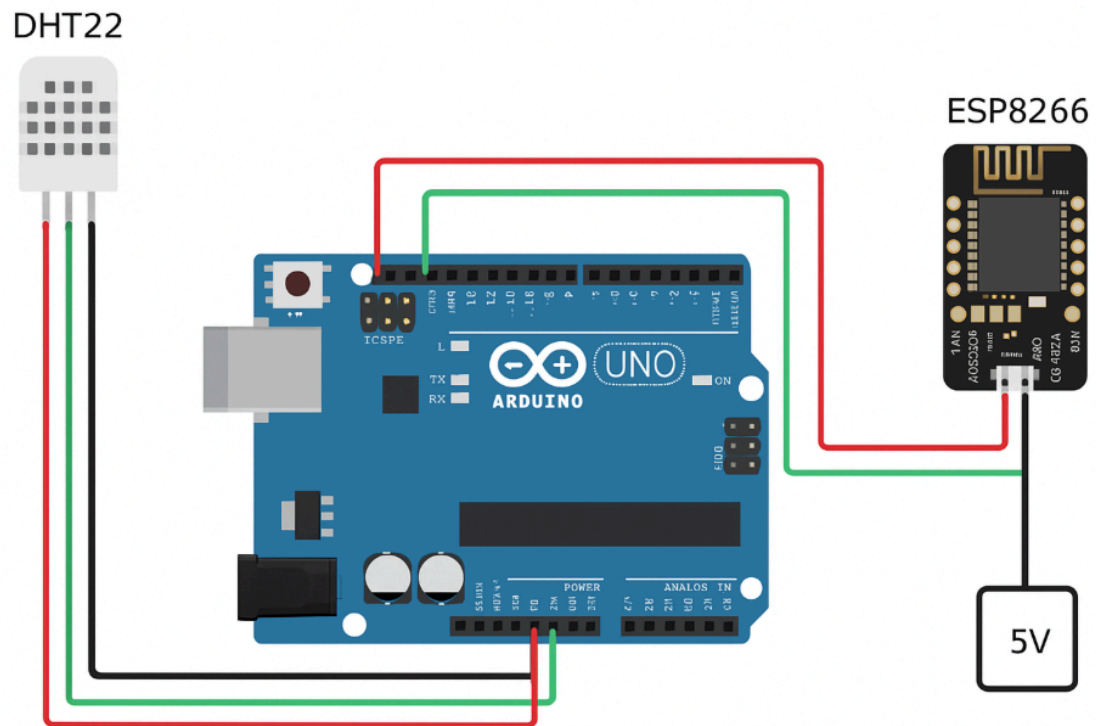
ANEXO A – Tabela de Componentes e Custos Estimados do Protótipo

Componente	Descrição	Valor (R\$)
Arduino UNO	Microcontrolador principal	85,00
Sensor DHT22	Sensor de temperatura e umidade	45,00
Módulo Wi-Fi ESP8266	Comunicação sem fio com o servidor	55,00
Protoboard + jumpers	Montagem e conexões elétricas	30,00
Fonte 5V ou adaptador USB	Alimentação do circuito	35,00
Relé (opcional)	Acionamento de ventilador ou refrigeração	40,00
Notebook/PC	Servidor virtual com Ubuntu Server	—
Total aproximado:		R\$ 780,00

ANEXO B – Esquema Elétrico Simplificado

Descrição do circuito:

O sensor DHT22 é conectado ao pino digital 2 do Arduino, que faz a leitura da temperatura e umidade. O módulo Wi-Fi ESP8266 é ligado aos pinos RX/TX (10 e 11) e envia os dados coletados ao servidor por meio de requisições HTTP. O sistema é alimentado com 5V via USB, e um relé pode ser adicionado ao pino 8 para acionar automaticamente dispositivos de refrigeração ou ventilação.



ANEXO C – Estrutura do Banco de Dados MySQL

Nome do banco: clima

Tabela: sensores

Campo	Tipo	Descrição
id	INT (AI)	Identificador único
temperatura	FLOAT	Valor medido de temperatura
umidade	FLOAT	Valor medido de umidade
data	TIMESTAMP	Data e hora da coleta

Comando SQL de criação:

```
CREATE DATABASE clima;
```

```
USE clima;
```

```
CREATE TABLE sensores (
```

```
    id INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
```

```
    temperatura FLOAT,
```

```
    umidade FLOAT,
```

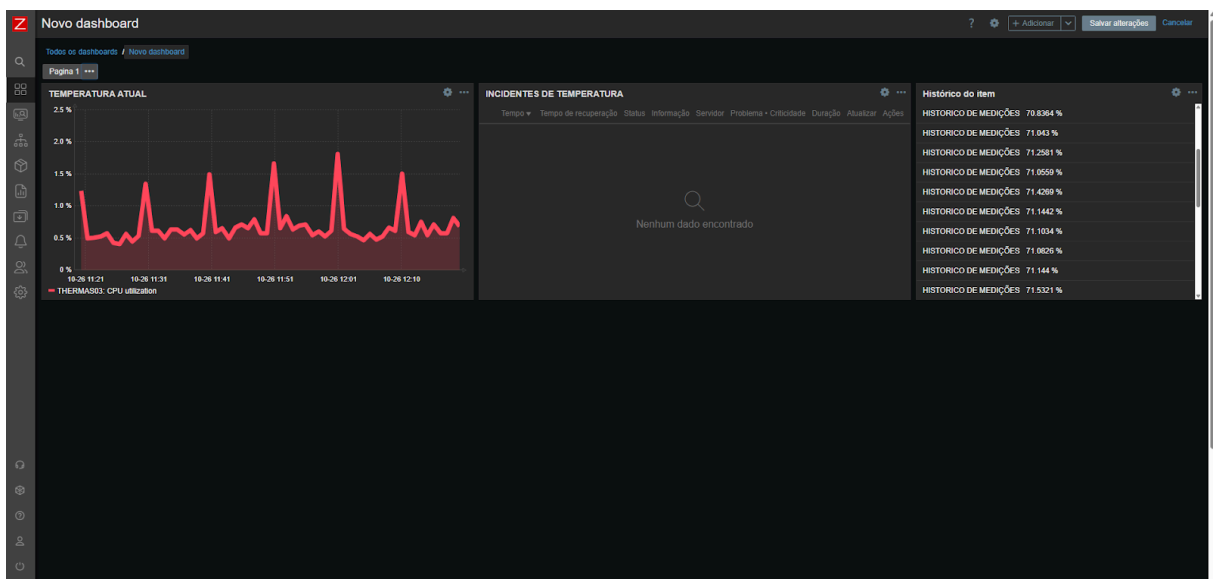
```
    data TIMESTAMP DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP
```

```
);
```

ANEXO D – Telas do Painel Zabbix (Exemplo de Visualização)

Descrição:

- **Gráfico 1:** Gráfico de variação de temperatura e umidade em tempo real.
- **Gráfico 2:** Alerta emitido pelo Zabbix quando a temperatura ultrapassa 8°C.
- **Gráfico 3:** Dashboard principal com histórico diário das medições.



APÊNDICES

Código e Configuração do Sistema Clima Conectado

1 – Montagem do Circuito

Componente	Pino no Arduino	Descrição
DHT22 – VCC	5V	Alimentação
DHT22 – GND	GND	Terra
DHT22 – DATA	Pino 2	Sinal de leitura
ESP8266 – VCC	3.3V	Alimentação
ESP8266 – GND	GND	Terra
ESP8266 – RX	Pino 10	Comunicação serial
ESP8266 – TX	Pino 11	Comunicação serial

2 – Código Arduino (envio de dados via Wi-Fi)

```
#include <DHT.h>
#include <ESP8266WiFi.h>
#define DHTPIN 2
#define DHTTYPE DHT22
DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE);
const char* ssid = "SEU_WIFI";
const char* password = "SUA_SENHA";
const char* host = "IP_DO_SERVIDOR";
void setup() {
  Serial.begin(115200);
  WiFi.begin(ssid, password);
```

```

dht.begin();
while (WiFi.status() != WL_CONNECTED) {
    delay(1000);
    Serial.println("Conectando ao Wi-Fi...");
}
Serial.println("Wi-Fi conectado com sucesso!");
}

void loop() {
    float temp = dht.readTemperature();
    float hum = dht.readHumidity();
    if (isnan(temp) || isnan(hum)) {
        Serial.println("Erro ao ler o sensor DHT22!");
        return;
    }
    WiFiClient client;
    if (client.connect(host, 80)) {
        String url = "/sensor?temp=" + String(temp) + "&hum=" + String(hum);
        client.print(String("GET ") + url + " HTTP/1.1\r\nHost: " + host + "\r\n\r\n");
        client.stop();
    }
    Serial.print("Temperatura: ");
    Serial.print(temp);
    Serial.print(" °C | Umidade: ");
    Serial.print(hum);
    Serial.println(" %");
    delay(10000); // envia a cada 10 segundos
}

```

3 – Instalação do Servidor Ubuntu no VirtualBox

3.1 Baixe o VirtualBox:

<https://www.virtualbox.org/wiki/Downloads>

3.2 Baixe o Ubuntu Server 22.04 LTS:

<https://ubuntu.com/download/server>

3.3 Crie uma máquina virtual com:

- 2 GB de RAM

- 20 GB de disco
- Rede em modo “NAT”

3.4 Instale o Ubuntu com as opções padrão.

3.5 Após instalar, atualize o sistema:

```
sudo apt update && sudo apt upgrade -y
```

4 – Instalação e Configuração do MySQL

```
sudo apt install mysql-server -y
```

```
sudo mysql_secure_installation
```

Crie o banco de dados:

```
CREATE DATABASE clima;
```

```
USE clima;
```

```
CREATE TABLE sensores (
```

```
  id INT AUTO_INCREMENT PRIMARY KEY,
```

```
  temperatura FLOAT,
```

```
  umidade FLOAT,
```

```
  data TIMESTAMP DEFAULT CURRENT_TIMESTAMP
```

```
);
```

5 – Instalação do Zabbix

```
sudo apt install zabbix-server-mysql zabbix-frontend-php zabbix-agent apache2 -y
```

Importe o esquema inicial:

```
sudo mysql -u root -p clima < /usr/share/zabbix-sql-scripts/mysql/server.sql
```

Ative os serviços:

```
sudo systemctl enable zabbix-server zabbix-agent apache2
```

```
sudo systemctl start zabbix-server zabbix-agent apache2
```

Acesse no navegador:

http://IP_DO_SERVIDOR/zabbix

Login: **Admin** | Senha: **zabbix**

6 – Configuração no Zabbix

- *Acesse: Configuration → Hosts → Create Host*
- Nome: **ClimaConectado**
- Grupo: **IoT**
- Interface: **Agent**, IP do servidor
- Crie itens:
 - sensor.temp → Temperatura

- sensor.hum → Umidade
- Crie gatilhos (triggers):
- “Temperatura > 8°C”
- “Umidade < 40%”
- Configure alertas por e-mail ou Telegram.

7 – Testes e Melhorias Futuras

- Testar leituras em diferentes pontos do ambiente.
- Avaliar precisão e estabilidade da comunicação.
- Inserir novos sensores (luminosidade, presença).
- Implementar relé para controle automático da refrigeração.
- Futuramente, integrar o sistema à nuvem (AWS ou Zabbix Cloud).