

CloudWatch

Amanda Naroaka, Gustavo Marcos Xavier, Leonardo de Almeida Pereira, Lucas
Vinicius Dimarzio Carneiro, Marcelo Berger Gil, Vinicius Lustosa Silva
{amandanaraoka, xavier, leonardoalmeida, lucas.vinicius, marcelo.b.gil,
lustosa}@unisantos.br

Universidade Católica de Santos (Unisantos)

Resumo: Este projeto tem como objetivo desenvolver uma solução automatizada para o monitoramento contínuo da temperatura de geladeiras e freezers do Restaurante-Escola Estação Bistrô, com foco na preservação da qualidade e segurança dos alimentos. Utilizando o sensor DS18B20 conectado ao microcontrolador NodeMCU ESP32, o sistema realiza a coleta periódica de dados e os transmite, via protocolos MQTT e HTTP, à plataforma Shiftr.io. Essa integração permite o armazenamento, visualização em tempo real e análise posterior das informações. A solução propõe o uso de um aplicativo mobile, com foco em acessibilidade, agilidade no acesso aos dados, mecanismo de alerta automático e enviar notificações diretamente ao celular do usuário sempre que a temperatura ultrapassar os limites predefinidos.

Palavras-chave: Internet das Coisas (IoT); Monitoramento de Temperatura; ESP32.

Abstract: This project aims to develop an automated solution for continuous temperature monitoring of refrigerators and freezers at the Estação Bistrô School-Restaurant, focusing on the preservation of food quality and safety. Using the DS18B20 temperature sensor connected to the NodeMCU ESP32 microcontroller, the system periodically collects data and transmits it via MQTT and HTTP protocols to the Shiftr.io platform. This integration enables data storage, real-time visualization, and further analysis. The solution includes a mobile application designed to provide

accessibility, fast access to data, and an automatic alert system that sends notifications directly to the user's smartphone whenever the temperature exceeds predefined limits.

Keywords: Internet of Things (IoT); Temperature Monitoring; ESP32.

1 Introdução

A supervisão da temperatura de freezers e geladeiras é fundamental para garantir a qualidade e segurança dos alimentos, principalmente quando se trata de um restaurante. Variações inesperadas podem comprometer a integridade dos alimentos, colocando em risco a saúde dos consumidores. Para evitar esses problemas, é necessário o monitoramento e o controle da temperatura.

Esse projeto tem como objetivo desenvolver uma solução automatizada de monitoração constante das temperaturas das geladeiras e freezers do Restaurante - Escola Estação Bistrô (Restaurante gerenciado pelo Anderson Santana). Além disso, visando registrar e armazenar as informações para análises futuras.

Aliando conceitos da Internet das Coisas (IoT), o sistema será baseado na utilização de sensores de temperatura conectados a um microcontrolador ESP32, que transmitirá os dados para uma plataforma de gerenciamento em nuvem, além de contar com mecanismos de alerta para garantir a rápida atuação da equipe responsável sempre que necessário.

2 Base Teórica

Este projeto busca solução para o monitoramento automatizado das temperaturas em geladeiras e freezers, o sistema fará o uso do sensor de temperatura (DS18B20) conectado a um microcontrolador (ESP 32) para capturar medições. Isso será transmitido para um banco de dados local, dentro do próprio celular do usuário, permitindo o armazenamento e análise dos dados coletados.

O sistema deve oferecer um mecanismo de alerta automático, onde deve notificar a equipe responsável sempre que a temperatura ultrapassar os limites previamente estabelecidos. Devido a necessidade de uma rápida resposta, caso exista alguma variação, o aviso será notificado direto pelo celular.

A plataforma Shiftr.io, opera com base no modelo de comunicação cliente-servidor, utilizando protocolos bastante utilizados no contexto de Internet das Coisas (IoT), como o MQTT e o HTTP. Dessa forma, a estrutura de comunicação entre o ESP32 e o servidor permanece similar a utilizada anteriormente com o ThingSpeak, o que facilita a adaptação e a continuidade do desenvolvimento do projeto.

Para realizar a integração do sensor de temperatura com a plataforma Shiftr.io, é necessário o microcontrolador NodeMCU ESP 32. Este é responsável por interpretar os dados obtidos pelo sensor e transmiti-los para o servidor da plataforma.

O processo de integração entre o NodeMCU ESP 32 e a plataforma Shiftr.io, foi viabilizado através da interface Wi-Fi embarcada no ESP 32, permitindo o envio dos dados por meio de requisições MQTT e HTTP. Para isso, foi utilizada a API fornecida pelo próprio servidor da [Shiftr.io](https://shiftr.io).

O processo de envio de dados seguiu a seguinte estrutura: primeiramente, realizamos a configuração da rede Wi-Fi no ESP 32, garantindo o acesso à internet. Em seguida, o NodeMCU efetuava a leitura periódica das informações de

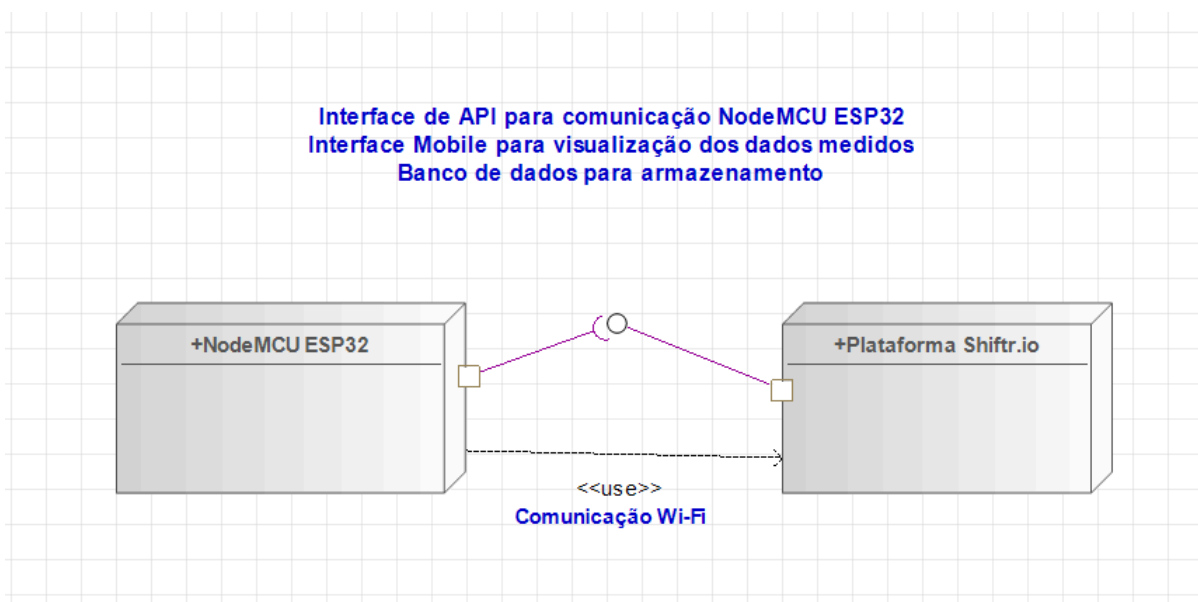
temperatura provenientes do sensor. Esses dados eram então transmitidos à plataforma Shiftr.io por meio da API, utilizando os protocolos apropriados. Após o envio, os dados eram armazenados no servidor e disponibilizados para visualização em tempo real através do painel da plataforma.

3 Trabalhos Correlatos

Diversos estudos e projetos têm explorado o uso de microcontroladores com conectividade Wi-Fi e protocolos leves de comunicação para aplicações em Internet das Coisas (IoT), o que valida a eficiência desse projeto. Este trabalho faz uso de tecnologias consolidadas como o microcontrolador NodeMCU ESP32 e a plataforma de gerenciamento de dados em nuvem Shiftr.io, para monitoramento de temperatura em tempo real.

Segundo Costa et al. (2022), o ESP32 apresenta vantagens significativas para aplicações de IoT, devido ao seu baixo consumo energético, conectividade Wi-Fi e capacidade de processamento, sendo amplamente utilizado para leitura de sensores ambientais. No contexto do presente projeto, o ESP32 foi programado para coletar os dados de temperatura e enviá-los à plataforma Shiftr.io, que atua como broker MQTT.

Figura 1 - Interface de API



Fonte: De autoria própria

O protocolo MQTT (Message Queuing Telemetry Transport), conforme descrito por Kustro (2023), é uma alternativa leve e eficiente para comunicação entre

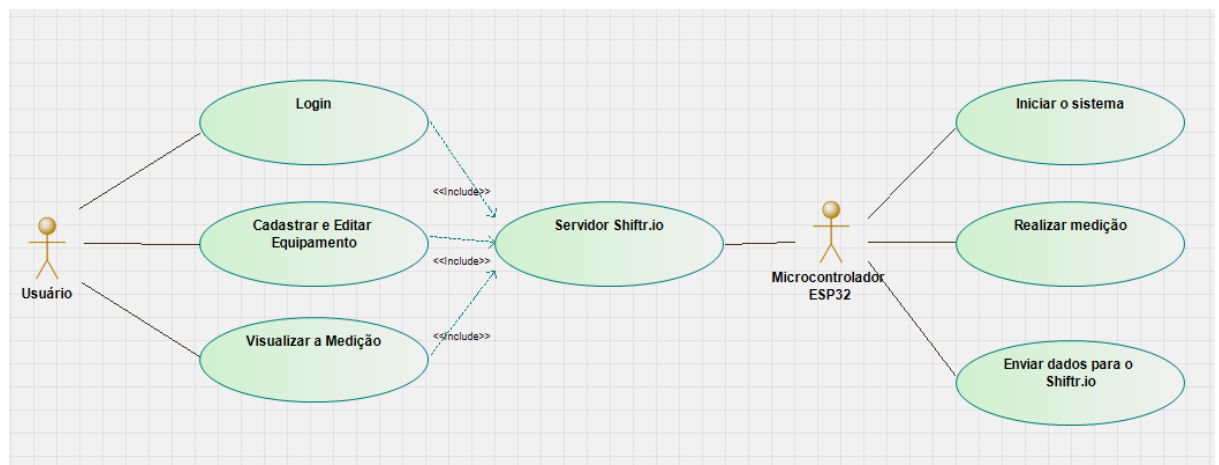
dispositivos IoT, especialmente útil em ambientes com largura de banda limitada ou dispositivos com restrições de processamento. A escolha desse protocolo visa garantir a estabilidade e a confiabilidade na transmissão dos dados entre o ESP32 e o servidor remoto.

A plataforma Shiftr.io, segundo as informações disponíveis no site Shiftr.io (2025), oferece uma solução prática e visual para testes e aplicações de IoT, permitindo que desenvolvedores monitorem em tempo real os dados recebidos por sensores remotos, além de facilitar a integração entre hardware e software através de suporte nativo ao protocolo MQTT. Essa característica foi essencial para o projeto, que exige visualização contínua dos dados coletados.

A integração entre NodeMCU ESP32 e Shiftr.io ocorre da seguinte forma:

- 1 Configuração da conexão Wi-Fi no ESP32;
- 2 Leitura dos dados do sensor de temperatura;
- 3 Envio dos dados via MQTT à plataforma;
- 4 Visualização em tempo real dos dados pelo ambiente gráfico do Shiftr.io.

Figura 2 - Conexão cliente ao servidor



Fonte: De autoria própria

Este fluxo foi também validado por Santos et al. (2024), em um estudo de monitoramento ambiental em estufas agrícolas, demonstrando a eficácia do modelo adotado.

Com o objetivo de ampliar a acessibilidade e a eficiência do sistema de monitoramento, propõe-se uma aplicação mobile, esta solução permitirá o acompanhamento dos dados do sensor a qualquer momento, sem a necessidade de um computador, oferecendo maior flexibilidade e praticidade à equipe responsável. A interface da aplicação móvel será focada exclusivamente na apresentação das informações do sensor, nas configurações de alerta e no status do equipamento, proporcionando uma experiência objetiva e funcional.

Figura 3 - Exemplo aplicativo



Fonte: De autoria própria

Além do monitoramento contínuo, o sistema continuará a contar com um mecanismo de alerta automático, responsável por notificar a equipe sempre que a temperatura ultrapassar os limites previamente definidos. Será implementada uma melhoria no tempo de geração e entrega dos alertas, reduzindo significativamente o intervalo entre a detecção da anomalia e a notificação da equipe.

5 Proposta de Inovação

A principal busca por uma inovação tecnológica, é encontrar uma solução que auxilie na necessidade de **reduzir perdas de alimentos**, **aumentar a confiabilidade do monitoramento** e promover uma **resposta proativa**, alinhando o projeto às práticas modernas de **manutenção preditiva**. Manter uma temperatura consistente e precisa é fundamental para o armazenamento seguro dos alimentos. Os métodos tradicionais de monitoramento geralmente carecem de recursos em tempo real e podem não ser sensíveis o suficiente para detectar anomalias sutis.

Segundo **Harrabi et al. (2024)**, é possível realizar a detecção de anomalias térmicas em tempo real utilizando técnicas de aprendizado profundo, mesmo em microcontroladores com recursos limitados, o que demonstra a viabilidade técnica da proposta de previsão inteligente no projeto.

Em sua dissertação de mestrado, **Ruivo (2023)**, diz que a manutenção preditiva tem demonstrado ser uma estratégia altamente eficaz para **evitar falhas inesperadas** e aumentar a disponibilidade de máquinas e equipamentos em diversos setores industriais. A pesquisa reforça que utilizar de meios computacionais para analisar e diagnosticar defeitos nos equipamentos trará um grande avanço para a área da manutenção, uma vez que descarta a necessidade de ter uma pessoa monitorando constantemente os milhares de dados gerados e contribui para a **redução de falhas não planejadas**, conceito totalmente aplicável ao contexto do projeto.

Atualmente, a proposta do projeto CloudWatch é realizar o **monitoramento em tempo real** das temperaturas de geladeiras e freezers, com isso surgiu a proposta da adição de um módulo de previsão inteligente de temperatura, utilizando técnicas de **aprendizado de máquina (Machine Learning)**. Essa abordagem permitirá que o sistema antecipe variações anormais de temperatura antes que ultrapassem os limites críticos, possibilitando ações preventivas e minimizando riscos à segurança alimentar.

Com essa proposta de inovação, será incorporado um modelo computacional treinado com os dados históricos do sensor, utilizando algoritmos como **regressão polinomial** ou **redes neurais artificiais**, a fim de prever a temperatura futura com base em padrões anteriores.

Em um estudo publicado na revista *Frontiers in Artificial Intelligence*. Os autores desenvolveram um sistema de detecção de anomalias de temperatura em sistemas de refrigeração de vacinas, utilizando técnicas de aprendizado profundo (deep learning) diretamente em microcontroladores com recursos limitados, sendo possível comparar ao uso do **ESP32** no nosso projeto.

No estudo, foi empregada uma abordagem baseada em Redes Neurais Recorrentes (RNNs), mais especificamente LSTM (Long Short-Term Memory), para analisar séries temporais de temperatura em tempo real. Mesmo com as restrições de memória e processamento do microcontrolador utilizado, o sistema foi capaz de identificar desvios térmicos com alta precisão, antecipando falhas antes que ocorressem perdas de material sensível, se tratando de vacinas.

Esse resultado demonstra que é plenamente possível executar modelos de previsão inteligente em dispositivos embarcados de **baixo custo**, como o ESP32, reforçando a viabilidade da inovação proposta neste trabalho.

Para que isso seja inserido ao projeto, é necessário fazer mudanças na questão de **armazenamento**, podendo ser utilizado um cartão de memória, dispositivo externo ou em nuvem, capaz de registrar continuamente os dados de temperatura coletados ao longo do tempo. Será integrado um modelo de **regressão polinomial**, **redes neurais artificiais (RNA)** ou, preferencialmente, uma **rede neural recorrente (LSTM)**, com base em séries temporais. Esse modelo irá analisar padrões históricos de temperatura e identificar comportamentos anômalos antes que o valor atinja os limites de alerta.

Dependendo do volume de dados e da complexidade do modelo, o processamento pode ocorrer **localmente**, no próprio ESP32, utilizando bibliotecas otimizadas como **TensorFlow Lite for Microcontrollers**, ou de forma **híbrida**, com o envio dos dados para um servidor intermediário (Raspberry Pi, notebook ou

serviço de nuvem leve) que processará as informações e devolverá a previsão ao sistema.

O sistema atual gera alertas apenas quando a temperatura ultrapassa um limite fixo. Com a nova funcionalidade, um alerta preventivo será disparado caso o modelo preveja que os valores tenderão a ultrapassar o limite nas próximas leituras. Isso oferece uma janela de tempo para intervenção manual ou automática (ex: verificar vedação, reiniciar equipamento ou ajustar configurações de potência).

Além do gráfico com os dados em tempo real, será incorporado ao dashboard um gráfico adicional com valores previstos para os próximos minutos ou horas, destacando possíveis anomalias futuras. Essa previsão pode ser atualizada a cada ciclo de coleta e recalculada automaticamente pelo sistema.

6 Considerações Finais

Com base nos trabalhos correlatos analisados, fica evidente a viabilidade da aplicação tecnológica proposta neste projeto. A utilização do microcontrolador ESP32 aliado ao sensor DS18B20 e à plataforma Shiftr.io demonstra ser uma solução eficiente e acessível para o monitoramento remoto de temperatura, especialmente em ambientes que exigem controle rigoroso, como cozinhas industriais e restaurantes.

A substituição da aplicação web por um aplicativo mobile traz uma importante melhoria em termos de acessibilidade e agilidade na resposta a variações críticas de temperatura, além disso, o mecanismo de alerta automático contribui para a prevenção de perdas e para a garantia da segurança alimentar.

Entre as principais **facilidades** encontradas, destacam-se o baixo custo dos componentes utilizados, a ampla documentação disponível sobre o ESP32 e o DS18B20, bem como a compatibilidade da plataforma Shiftr.io com os protocolos MQTT e HTTP, que facilita a integração dos dispositivos.

Algumas **dificuldades** podem ser previstas, como a necessidade de conhecimento técnico específico para a configuração do sistema, possíveis instabilidades na rede Wi-Fi que afetem a transmissão dos dados e a limitação no envio de notificações em tempo real dependendo da disponibilidade da internet no dispositivo móvel.

Mesmo assim, os benefícios superam as dificuldades, e os resultados esperados indicam que a aplicação dessa tecnologia é plenamente viável e representa uma solução moderna e eficaz para o problema abordado.

Referências:

SHIFTR.IO. Disponível em: <<https://www.shiftr.io>>. Acesso em: 4 abr. 2025.

LIMA, W. P. Explorando as vantagens da rede LoRa em IoT: Um estudo de caso com medição de distâncias usando o ESP32. Pucgoias.edu.br, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.pucgoias.edu.br/jspui/handle/123456789/6938>>. Acesso em: 4 abr. 2025.

KUSTRO, Guilherme. *Protocolo MQTT: O que é, como funciona e vantagens*. Automação Industrial, 15 mar. 2023. Disponível em: <<https://www.automacaoindustrial.info/mqtt/>>. Acesso em: 4 abr. 2025.

SANTOS, B. S. dos. *Sistema de monitoramento e controle de estufa agrícola utilizando ESP32 e protocolo MQTT*. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2024. Disponível em: <<http://repositorio.unesc.net/bitstream/1/8835/1/Bernardo%20Schmitz%20dos%20Santos.pdf>>. Acesso em: 4 abr. 2025.

HARRABI, M. et al. *Real-time temperature anomaly detection in vaccine refrigeration systems using deep learning on a resource-constrained microcontroller*. Frontiers in Artificial Intelligence, v. 7, 1 ago. 2024. Disponível em: <[Detecção de anomalias de temperatura em tempo real em sistemas de refrigeração de vacinas usando aprendizado profundo em um microcontrolador com recursos limitados - PMC](#)>. Acesso em: 18 maio. 2025.

RUIVO, E. A. *Ciência de dados aplicada para manutenção preditiva*. 2023. 62 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia de Controle e Automação) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2023. Disponível em: <<https://repositorio.ufu.br/handle/123456789/40953>>. Acesso em: 18 maio. 2025.

Harrabi M, Hamdi A, Ouni B, Bel Hadj Tahar J. *Detecção de anomalias de temperatura em tempo real em sistemas de refrigeração de vacinas usando aprendizado profundo em um microcontrolador com recursos limitados. Frente Artif Intell.* 1º de agosto de 2024. Disponível em: <[Detecção de anomalias de temperatura em tempo real em sistemas de refrigeração de vacinas usando aprendizado profundo em um microcontrolador com recursos limitados - PMC](#)>. Acesso em: 18 maio. 2025.