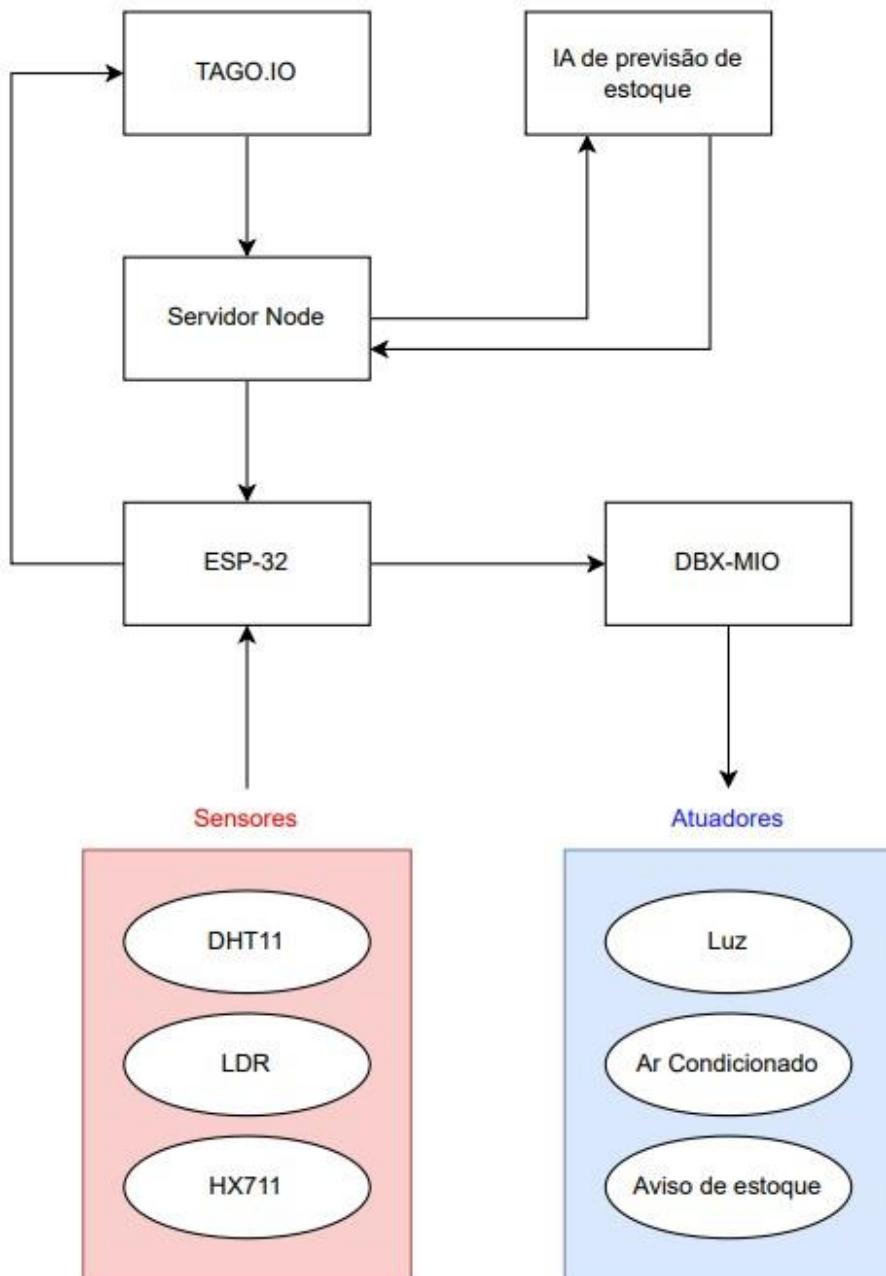


## Diagrama da Arquitetura do Sistema



## **Descrição de Arquitetura do Sistema ControLAP**

O sistema ControLAP foi desenvolvido com o objetivo de monitorar e controlar variáveis ambientais e operacionais de forma inteligente, utilizando conceitos de Internet das Coisas (IoT) e Inteligência Artificial (IA).

Ele é composto por sete partes principais, que interagem entre si para garantir a coleta, o processamento e a execução de ações automáticas com base nos dados obtidos.

### **1. Sensores**

Os sensores são responsáveis pela captação de informações do ambiente, fornecendo os dados brutos necessários para o funcionamento do sistema. No ControLAP, foram implementados os seguintes sensores:

- LDR (Light Dependent Resistor) – mede a intensidade luminosa do ambiente, permitindo o controle automático da iluminação.
- DHT11 – sensor combinado de temperatura e umidade, utilizado para monitorar as condições climáticas do local.
- HX711 – módulo conversor que trabalha em conjunto com uma célula de carga, possibilitando a medição de peso, essencial para o controle de estoque.

Esses sensores enviam as informações coletadas ao microcontrolador ESP-32, que atua como ponto central de comunicação.

### **2. Atuadores**

Os atuadores são os dispositivos responsáveis por executar ações físicas a partir dos comandos enviados pelo sistema.

No ControLAP, eles são acionados pelo módulo DBX-MIO e incluem:

- Luzes, que podem ser ligadas ou desligadas conforme o nível de luminosidade detectado.
- Ar-condicionado, que é controlado com base na temperatura ambiente.
- Sinalizadores de estoque, que emitem alertas quando determinados níveis de produtos são atingidos.

### 3. DBX-MIO

O DBX-MIO atua como uma interface intermediária entre o ESP-32 e os atuadores.

Sua função principal é executar os comandos recebidos do microcontrolador, ativando ou desativando os atuadores de acordo com os comando enviados pelo ESP-32.

### 4. ESP-32

O ESP-32 é o núcleo de processamento e comunicação do sistema, responsável pela leitura dos dados dos sensores, envio das informações para a plataforma Tago.IO, via protocolo HTTP, recebimento de comandos do servidor Node.js e retransmissão para o módulo DBX-MIO.

### 5. Servidor (Node.js)

O servidor, desenvolvido em Node.js, é responsável por realizar o processamento lógico e de integração entre os diferentes componentes do sistema.

Suas principais funções são:

- Recuperar os dados armazenados no Tago.IO.
- Enviar solicitações para a IA de Previsão de Estoque, que analisa as tendências de consumo.
- Processar os resultados recebidos da IA e enviar respostas adequadas ao ESP-32, determinando ações a serem executadas no ambiente.

### 6. Previsão de Estoque (IA)

O módulo de Previsão de Estoque consiste em um modelo de Inteligência Artificial treinado com uma base de dados fictícia de vendas de chocolate.

A IA utiliza técnicas de aprendizado de máquina (Machine Learning) para estimar a demanda futura de produtos, permitindo que o sistema antecipe a necessidade de reposição de estoque.

### 7. Tago.IO

Plataforma de IoT que fornece diversas ferramentas para o gerenciamento de dispositivos. As funções utilizadas por nós são a de banco de dados e a apresentação de dados via dashboard.

## Ajustes e Melhorias

Inicialmente, iríamos utilizar apenas o DBX-MIO como o centro de controle de informações, ele seria responsável pela comunicação com o servidor, a transformação de comandos para a ativação dos relés e a captação de dados dos sensores e envio para o servidor.

Porém, conforme estávamos explorando, percebemos que o DBX-MIO tinha várias limitações:

Não foi possível fazer o envio de dados para o servidor, pois a configuração de comunicação para Cloud do MIO está fixo para a plataforma Tago.IO, e a forma de conexão com ela não estava funcionando. A solução foi a utilização de um ESP32, que simula o comportamento esperado do MIO, para a comunicação com o servidor e envio de dados. Isso também resolveu o problema de captar e enviar os dados dos sensores para o Tago.IO, já que o MIO não consegue interpretar os dados recebidos de sensores.

## Relato técnico de integração entre sensores, atuadores e lógica embarcada

### Sensores

O sensor de temperatura e umidade (DHT11) foi implementado sem muitas dificuldades, pois já havia sido usado em aula, assim como o LDR, porém usamos um sensor de peso (HX711), e encontramos algumas barreiras.

Primeiramente, não sabíamos que era necessário uma placa amplificadora de sinal para a utilização do sensor. Porém, outra dificuldade encontrada foi a variação de detecção de peso baseado em qual parte do sensor o peso está.

Para reduzir a variação da medição pelo sensor, fixamos ele em uma placa, para que o peso fosse distribuído igualmente, e também foi feito um cesto, que delimita onde o produto deve ser colocado para que a medição seja mais precisa.

## Atuadores

Em relação aos atuadores, a dificuldade maior ficou para o componente de Infravermelho do MIO, pois precisamos descobrir como utilizar isso para ativar e desativar o ar condicionado. As dificuldades estavam em entender como o protocolo enviado via IR funciona, e também em reconhecer quando a falha era causada por um defeito físico ou programático.

### Lógica embarcada

A integração de todo o sistema foi a maior dificuldade de todas, pois enfrentamos muitas limitações vindas do MIO, que inicialmente seria o centro de controle. Inicialmente tentamos fazer a comunicação MQTT diretamente pelo MIO, mas não funcionou. Tivemos então que adicionar um ESP32 para agir como um substituto do firmware do MIO e fazer a comunicação HTTP com a plataforma Tago.IO e receber dados do servidor.

## Product Backlog

- **Sprint 1:** Projetar/Implementar leitura e comandos com o sensor de temperatura e controle infravermelho do ar-condicionado.

**Status:** Implementado com sucesso. O sistema é capaz de ler dados de temperatura e controlar por infravermelho um ar-condicionado próximo ao equipamento. Proporcionando assim, eficiência energética para a franquia, pois, haverá um controle automatizado da climatização, gerando, espaços de tempo com o ar-condicionado desligado ou com potência reduzida.

- **Sprint 2:** Projetar/Implementar leitura e comandos com o sensor de luminosidade e controle de LED dimerizável.

**Status:** Implementado parcialmente. O equipamento é capaz de ler dados de luminosidade, porém, por limitações de equipamento, não haverá dimerização, isto é, apenas ligaremos/desligaremos as luzes. Contudo, ainda há uma redução de consumo energético, por ser um controle automatizado, e uma melhoria na comodidade do dono da franquia, que é capaz de alterar o estado das luzes de onde ele estiver.

- **Sprint 3:** Implementar leitura de sensores de peso (carga por produto), e criar lógica de cálculo para identificar quantidade em estoque a partir do peso.

**Status:** Implementado com sucesso. O equipamento é capaz de calcular quantas caixas/unidades de um produto estão disponíveis em estoque, a partir de um cálculo realizado pelo peso que está sendo colocado sobre o sensor no estoque, proporcionando maior comodidade aos gerenciadores da franquia, pois, é possível acessar de forma fácil as quantidades de produtos disponíveis.

- **Sprint 4:** Gerar alertas automáticos de reabastecimento.

**Status:** Implementado com sucesso. O equipamento avisa, por meio de leds posicionados na prateleira, quando é necessário reabastecimento de um determinado produto em gôndola. Proporcionando otimização no processo de gerenciamento da loja para os lojistas, e maior rapidez na detecção da necessidade de reposição.

- **Sprint 5:** Geração de logs, armazenamento de dados e tomadas de decisões mais difíceis com o DBX-MIO e o servidor, a partir do sensor de temperatura.

**Status:** Implementado parcialmente. Há registros em tempo real dos dados coletados pelos sensores de temperatura, que estão sendo guardados no Tago.io. Porém, não foi elaborado nenhuma tomada de decisão mais complexa. Contudo, os dados gerados, estão sendo consumidos por um dashboard na própria plataforma, que serve de centralizadora do controle total da franquia, permitindo, o dono enxergar insights de forma mais ágil.

- **Sprint 6:** Geração de logs, armazenamento de dados e tomadas de decisões mais difíceis com o DBX-MIO e o servidor, a partir do sensor de luminosidade.

**Status:** Implementado parcialmente. Há registros em tempo real dos dados coletados pelos sensores de luminosidade, que estão sendo guardados no Tago.io. Porém, não foi elaborado nenhuma tomada de decisão mais complexa. Contudo, os dados gerados, estão sendo consumidos por um dashboard na própria plataforma, que serve de centralizadora do controle total da franquia, permitindo, o dono enxergar insights de forma mais ágil.

- **Sprint 7:** Desenvolvimento de sistema interativo de controle de estoque e prateleiras.

**Status:** Implementado com sucesso. A partir da ferramenta Tago.io, é possível enxergar quantidade em estoque e peso em prateleiras, proporcionando controle integrado da loja como um todo.

- **Sprint 8:** Geração de logs, armazenamento de dados e tomadas de decisões mais difíceis com o DBX-MIO e o servidor, a partir do sensor de peso.

**Status:** Implementado parcialmente. Há registros em tempo real dos dados coletados pelos sensores de peso, que estão sendo guardados no Tago.io. Porém, não foi elaborado nenhuma tomada de decisão mais complexa. Contudo, os dados gerados, estão sendo consumidos por um dashboard na própria plataforma, que serve de centralizadora do controle total da franquia, permitindo, o dono enxergar insights de forma mais ágil.

## Considerações Finais

Após o desenvolvimento do projeto, é possível afirmar que o projeto ControLAP é totalmente escalável, com a integração de novos módulos e de uma inteligência de controle mais consolidada, explorando um mercado no Brasil que ainda não apresenta soluções de otimização muito tecnológicas.

Porém, no estado atual, é necessário a elaboração de melhorias, tais como: o desenvolvimento de um modelo de predição, capaz de consumir os dados de estoque e prateleira, com o intuito de prever as melhores datas para compras, a partir das vendas, bem como, integração de módulos relativos a questões de segurança (detecções de roubos, por exemplo), e até monitoramento de produtividade de funcionários.

Por fim, o projeto se torna totalmente viável para desenvolvimento futuro, contando com boa margem para desenvolvimento técnico e comercial.