



PRIME - PLATAFORMA REMOTA PARA INTEGRAÇÃO E MONITORAMENTO DE EQUIPAMENTOS

INTRODUÇÃO

À medida que os avanços tecnológicos impactam significativamente a sociedade, é necessário que o ambiente de trabalho industrial se adapte a essas mudanças de forma eficaz. A interação entre humanos e máquinas desempenha um papel crucial nesse cenário, uma vez que os funcionários são constantemente expostos a novas implementações tecnológicas nas ferramentas de Interface Homem Máquina (IHM). Neste contexto, a aplicação da metodologia industrial de produção enxuta surge como uma abordagem fundamental para atender à crescente demanda por produtos e serviços personalizados, sem comprometer a eficiência operacional. No entanto, essa busca pela eficiência não pode negligenciar a necessidade de redução de custos, que é uma das principais metas das organizações industriais modernas.

A integração da Internet das Coisas (IoT) e sistemas embarcados não apenas promove uma gestão mais eficiente dos processos industriais, como também viabiliza a criação de ambientes de trabalho mais seguros e adaptáveis às necessidades. Dentre as aplicações desenvolvidas atualmente no campo de projetos com tecnologia embarcada, IoT corresponde a 46,95% (Embarcados, 2023). Sua capacidade de fornecer dados em tempo real sobre condições operacionais e desempenho de máquinas possibilita a implementação de estratégias proativas de manutenção, reduzindo o risco de falhas (Sousa, 2018). Conseqüentemente os sistemas embarcados facilitam a comunicação entre os diversos componentes do sistema, assegurando uma resposta coordenada e precisa às demandas do ambiente industrial (Furtado, 2017). A comunicação sem fio corresponde a 76% dos recursos mais utilizados em projetos deste âmbito, e a tecnologia Wi-Fi constitui 58,74% da porcentagem referida (Embarcados, 2023).

Contudo, para maximizar os benefícios dessa convergência tecnológica, é crucial investir em padrões de segurança robustos e garantir a interoperabilidade entre os dispositivos, mitigando possíveis vulnerabilidades e promovendo uma transição amena para a era da indústria 4.0. Na pesquisa em questão, conectividade, segurança e custo da solução, nessa ordem, foram as três principais preocupações relatadas sobre a implementação de IoT (Embarcados, 2023). A utilização de um microcontrolador como o ESP32 oferece uma solução atrativa para a indústria, agregando funcionalidades avançadas de controle, conectividade e automação, com aplicações de monitoramento remoto, gerenciamento de energia e aprimoramento da IHM. Sua versatilidade e eficiência tornam-no uma escolha promissora para a modernização dos sistemas de controle industrial. O Relatório da Pesquisa sobre o Mercado Brasileiro de Sistemas Embarcados e IoT 2023 indica que os chips da fabricante Espressif correspondem a 47,94% dos microcontroladores/microprocessadores utilizados nos projetos de sistemas embarcados (Embarcados, 2023).

Mundialmente utilizado como um dispositivo de acionamento e chaveamento de máquinas, o relé desempenha um papel central na automação, facilitando a integração entre diferentes sistemas e dispositivos. O relé tem a capacidade de ativar ou desativar cargas, se necessário for, através de sinais fornecidos por um controlador, desempenhando a função de um interruptor eletronicamente comandado.

OBJETIVOS

A introdução de um módulo microcontrolado visa proporcionar uma solução inovadora e eficiente para melhorar a conectividade, usabilidade e integração web dos dispositivos, resultando em uma automação digital mais avançada. Os principais objetivos deste projeto são:

- Desenvolvimento de meios para implementar funções de controle com relés e atuadores e sensores sem o uso do Controlador Lógico Programável (CLP) e de maneira remota;
- Identificar e estimar com maior precisão a necessidade de manutenção preditiva em equipamentos;
- Modernizar a Interface Homem-Máquina (IHM), tornando-a acessível via web complementando a interface física;
- Integrar funcionalidades sensoramento de corrente e consumo de energia, e contagem de ciclos de acionamento do relé em um sistema com microcontrolador, sem a necessidade de acoplamento de módulos individuais para cada um desses atributos;
- Facilitar a instalação e integração de novos componentes, permitindo uma maior flexibilidade na expansão do sistema.

JUSTIFICATIVA

O projeto busca superar limitações dos sistemas de controle que utiliza primariamente relés, oferecendo uma solução para melhorar conectividade, usabilidade e integração web. Ao integrar um microcontrolador interno com os sensores e os, o módulo proporcionará maior eficiência operacional e redução de custos.

A partir de uma pesquisa qualitativa realizada pela revista Stress & Health, os principais problemas identificados na IHM são a baixa usabilidade, complexidade das interfaces e problemas de software após atualizações. Apesar de tais complicações, a aceleração dos processos de trabalho através da automação e o ganho em flexibilidade são considerados efeitos positivos (Körner et al., 2019). A transição da física para o ambiente virtual permitirá a configuração da operação, além de otimizar os processos industriais e minimizar interrupções não-programadas. Com isso, o monitoramento em tempo real apresenta o estado do funcionamento do equipamento.

A incorporação de um microcontrolador (ESP32) no módulo elimina a necessidade de um intermediário, como um CLP, para o acionamento do relé, reduzindo significativamente os custos de implementação. Ao integrar sensores e contador de ciclos de acionamento, é possível estimar com maior precisão a necessidade da manutenção preditiva, por meio de um sistema de monitoramento, bem como o envio de alertas sobre o estado dos componentes.

O uso da realidade aumentada como ferramenta complementar no monitoramento dos dados permite a visualização rápida e facilitada do estado dos dispositivos in loco, agregando na identificação de falhas.



PRIME - PLATAFORMA REMOTA PARA INTEGRAÇÃO E MONITORAMENTO DE EQUIPAMENTOS

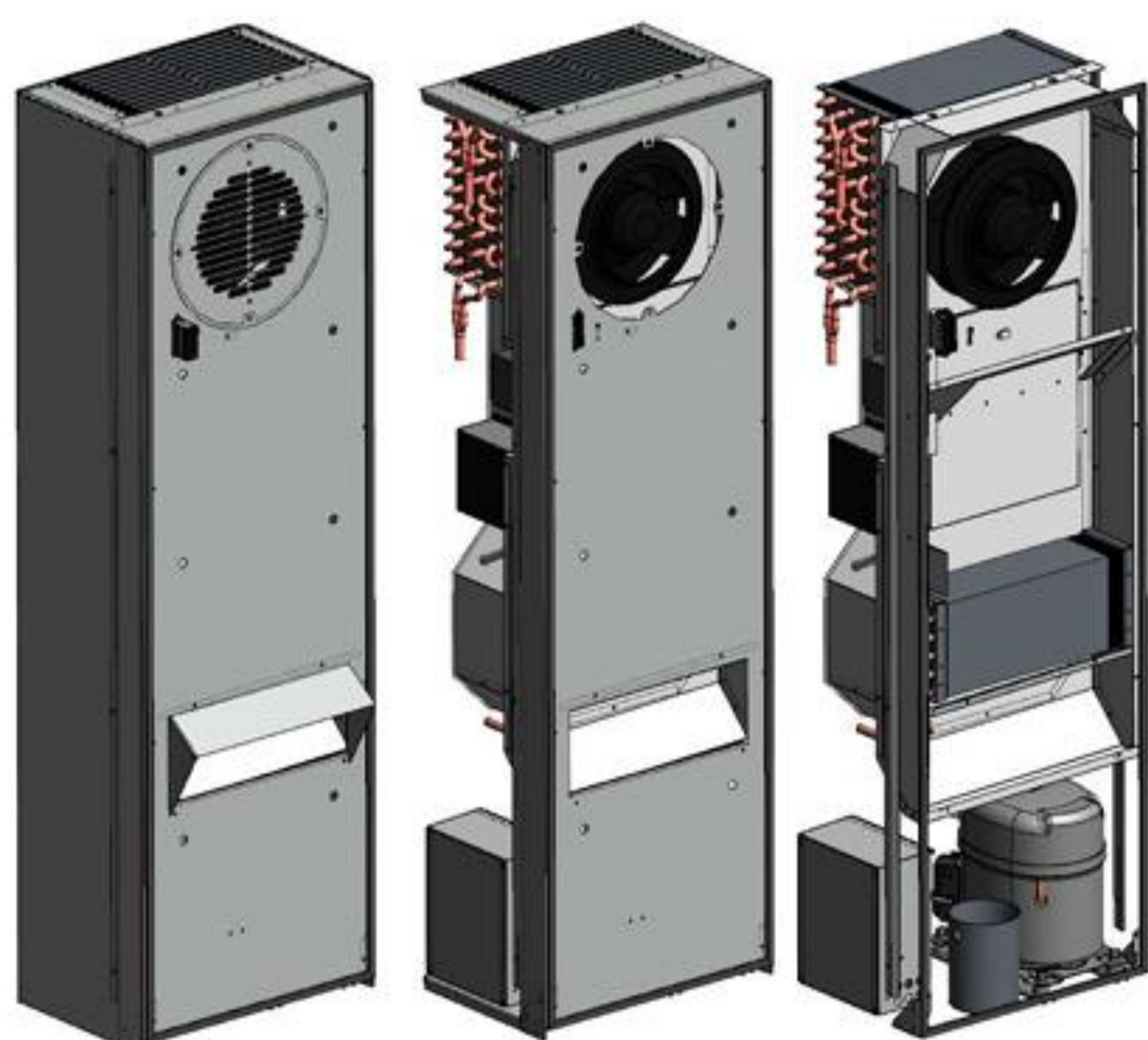
APLICAÇÃO

A implementação foi aplicada na necessidade da empresa Gigaclima, especializada em condicionadores de ar de alta precisão voltados para data centers e painéis elétricos. Esses produtos não podem ficar sem troca de ar em seu interior, para evitar que o aumento de temperatura danifique os componentes. Para isso, contam com um sistema de Damper, que, em caso de incidentes, aciona automaticamente a articulação para o estado de emergência.

Condicionador de ar – vista frontal

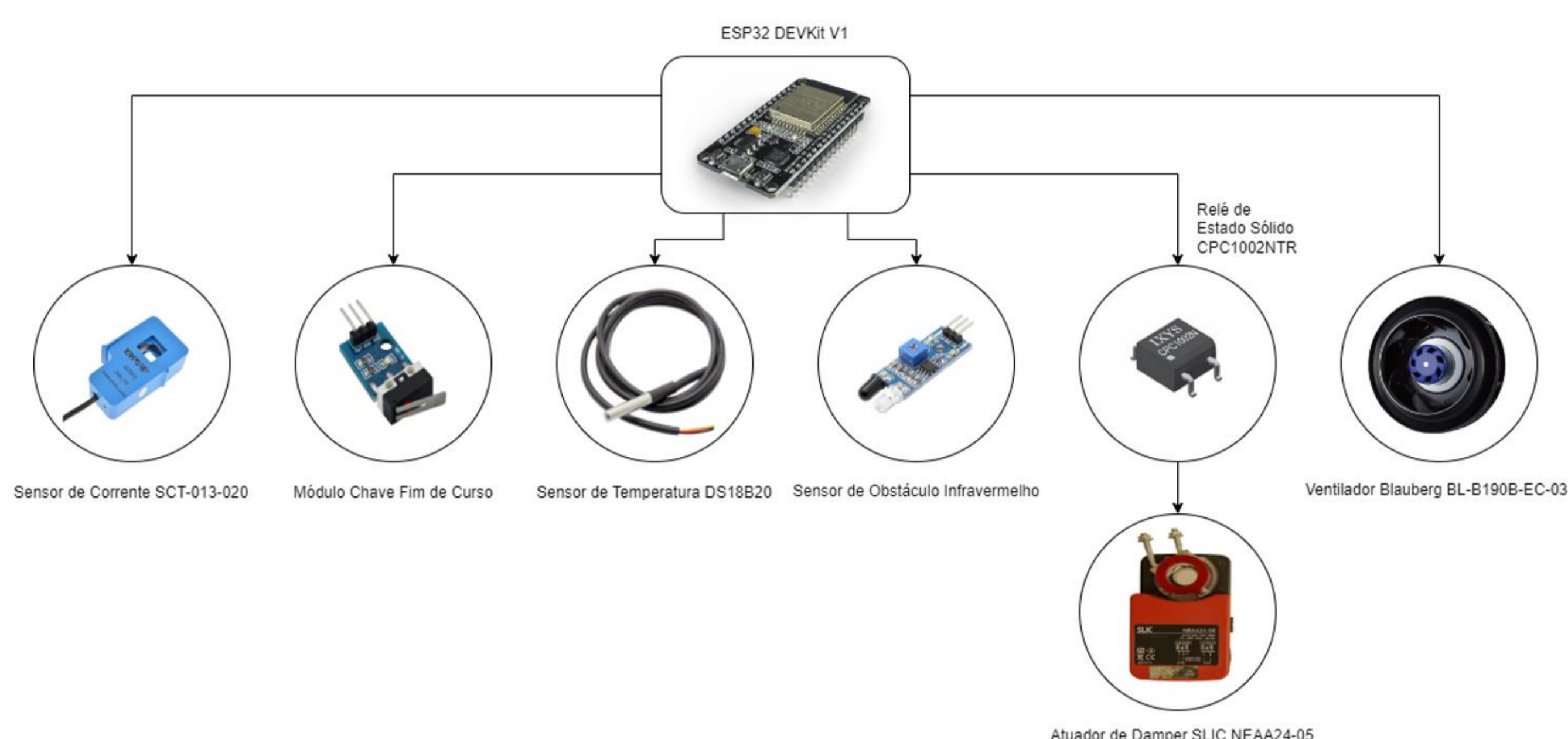


Condicionador de ar – vista traseira

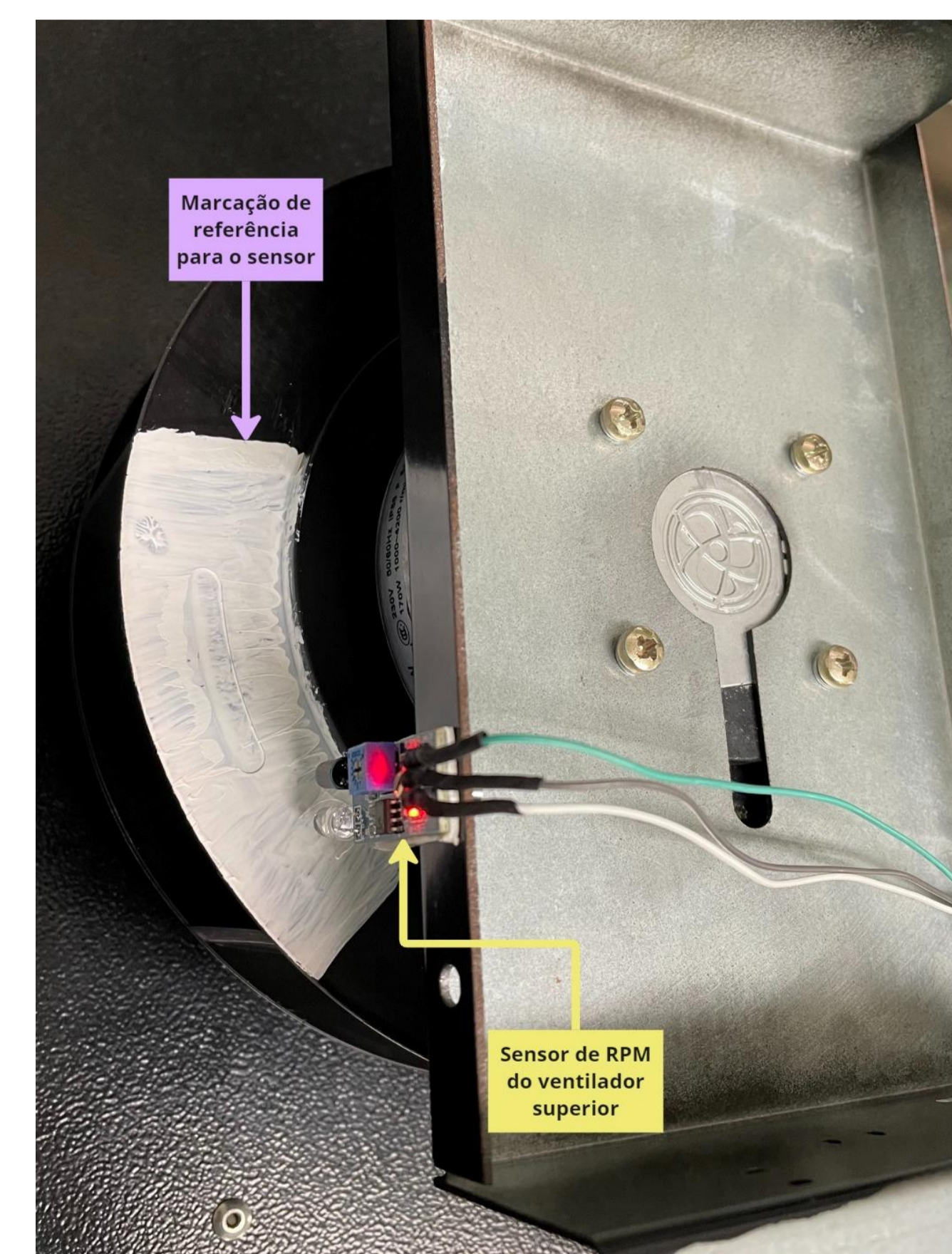
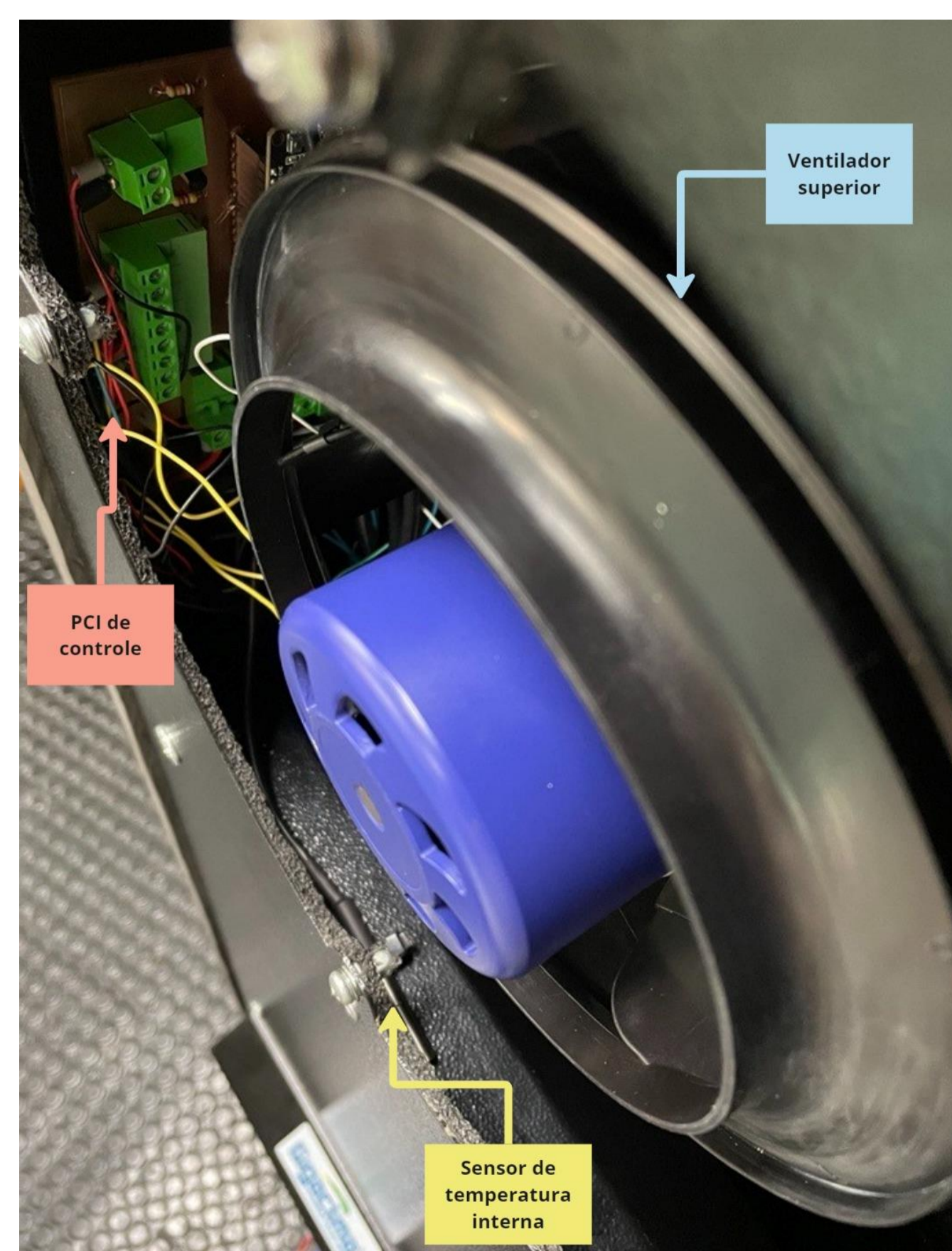
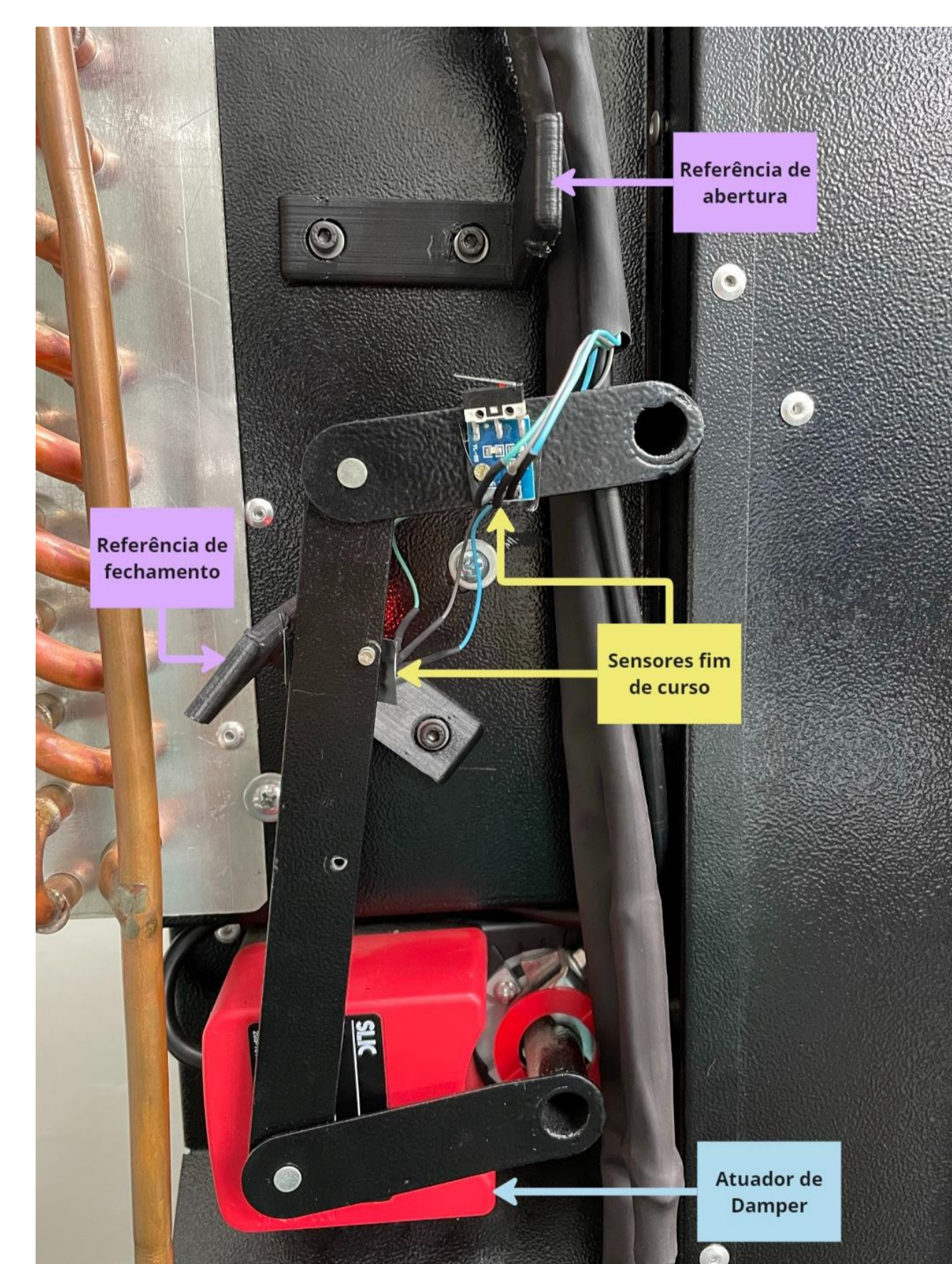
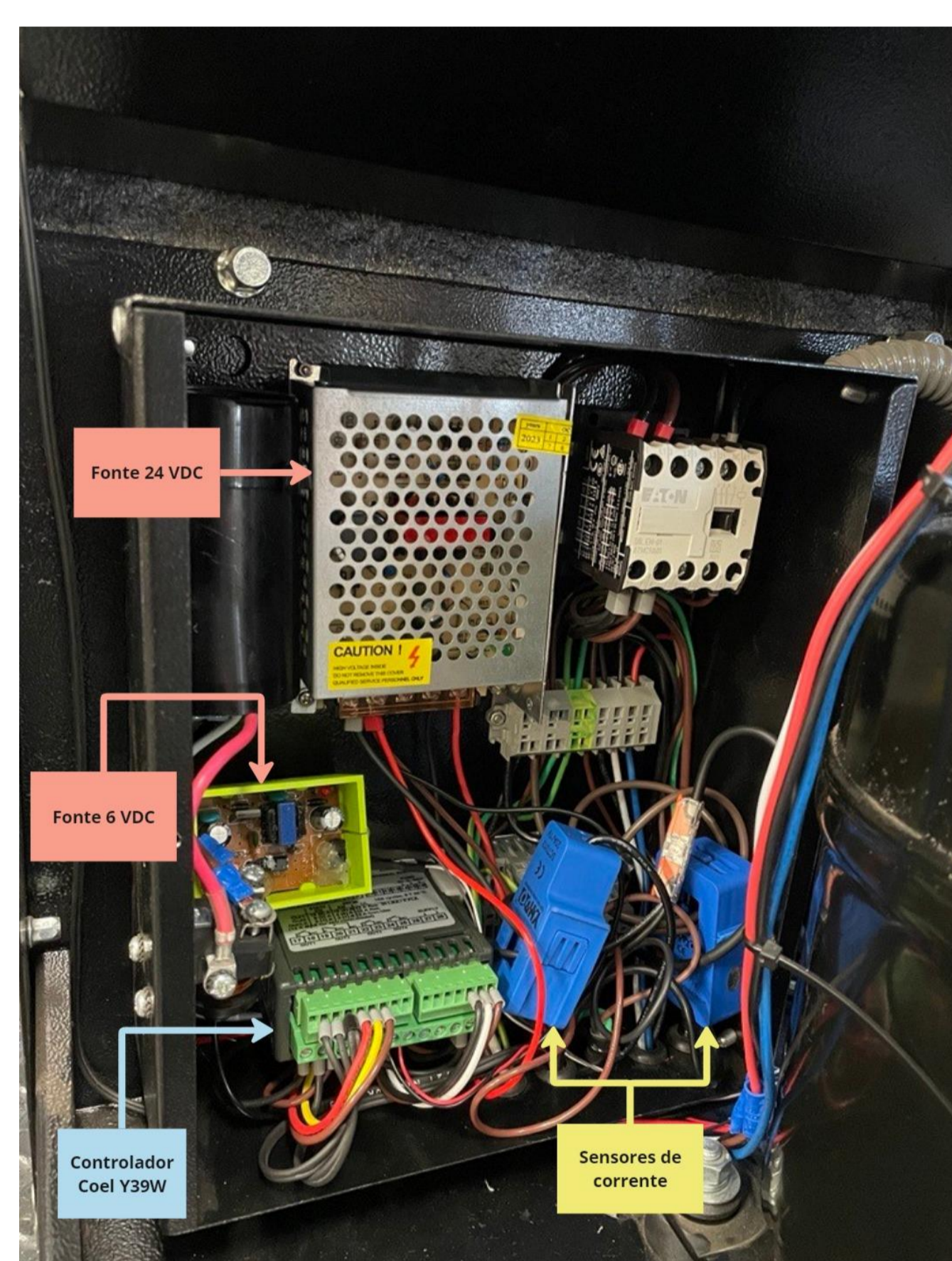


DESENVOLVIMENTO

Utilizando o microcontrolador ESP32 e a linguagem de programação MicroPython, por meio do software Thonny, foram integradas funcionalidades de controle de velocidade e sensoriamento de ambos os ventiladores, monitoramento do consumo de energia em operação, e verificação do funcionamento e status do atuador de Damper. Para implementar essas funcionalidades e coletar os dados, sensores apropriados foram embutidos no equipamento para fornecer o feedback necessário.



A inserção de tais sensores e atuadores foi feita para posicioná-los da maneira mais adequada, visando coletar dados íntegros. Nas figuras a seguir é possível observar a disposição no condicionador de ar e a placa de controle desenvolvida.

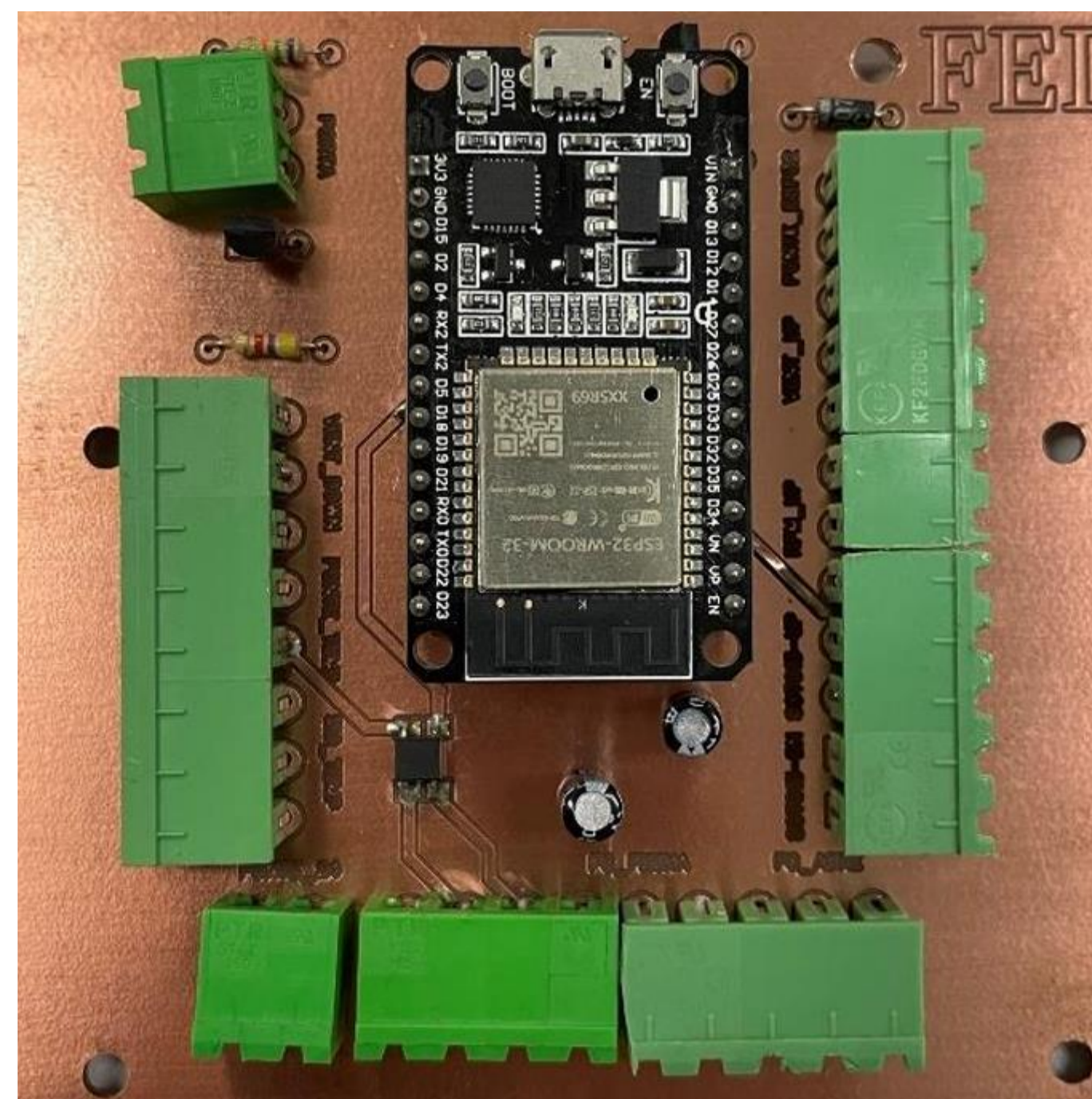
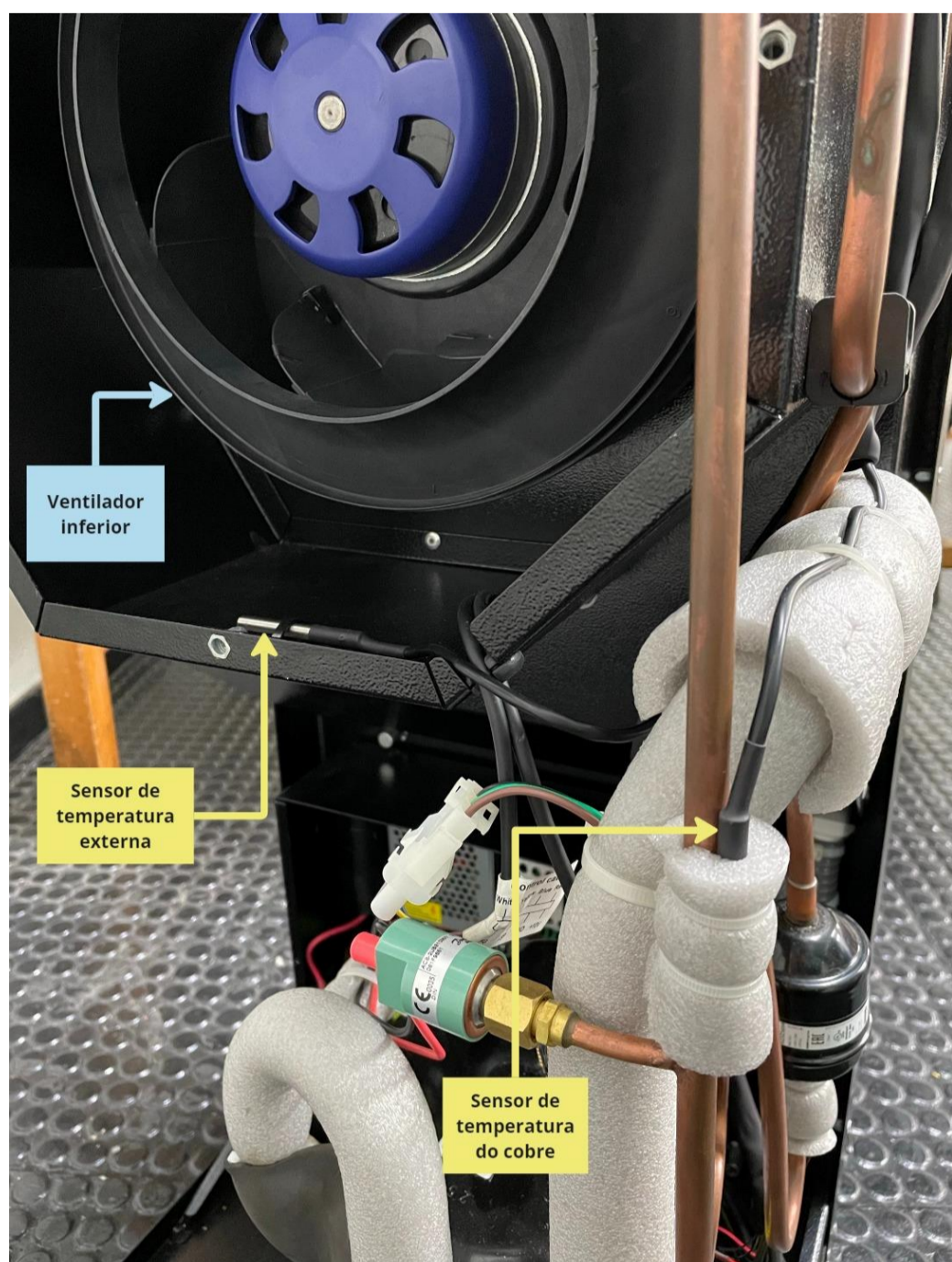


Alunos: Muriel Panegassi Carletti, Murilo Buk Messias, Vinícius Rodrigues Carvalho, Vítor Dinis Watanabe.

Orientador: Rudolf Bühler - buhler@fei.edu.br



PRIME - PLATAFORMA REMOTA PARA INTEGRAÇÃO E MONITORAMENTO DE EQUIPAMENTOS



Com base nos requisitos previamente estabelecidos, a etapa seguinte foi a elaboração de um código embarcado no microcontrolador para controlar todo o sistema, além de enviar informações para o dashboard de monitoramento.

Embutido ao código embarcado para cada tipo de sensor, há um objeto equivalente que encapsula todos os cálculos e operações necessárias para que a informação resultante esteja formatada e estruturada. Além de todos os objetos de atuação e medição, há o método Wi-Fi que encapsula todas as funções necessárias para lidar com a rede, desde a extração das informações sobre IP, MAC Address, ID e senha, bem como a conexão inicial, testes de conexão e postagem no banco de dados.

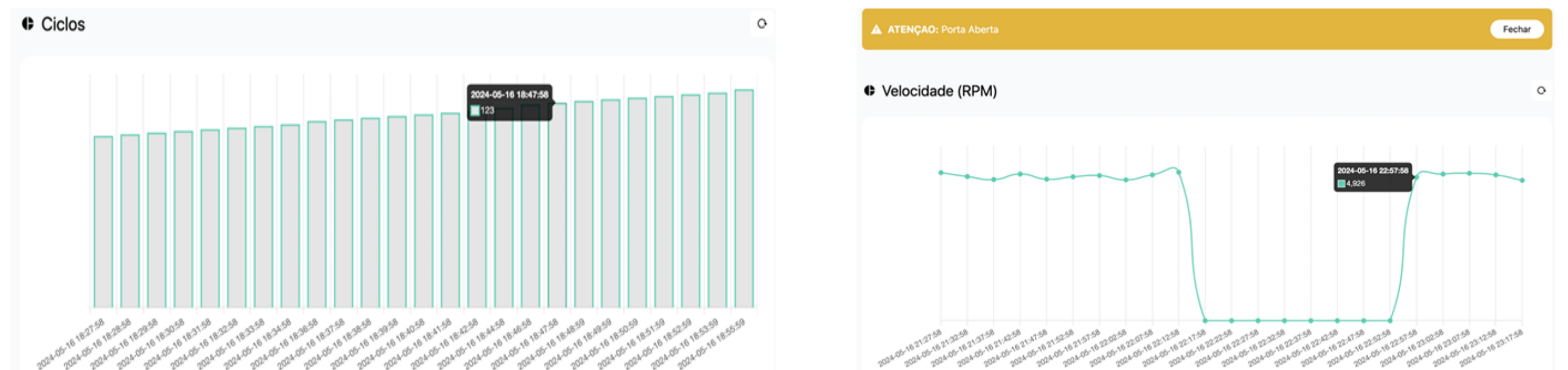
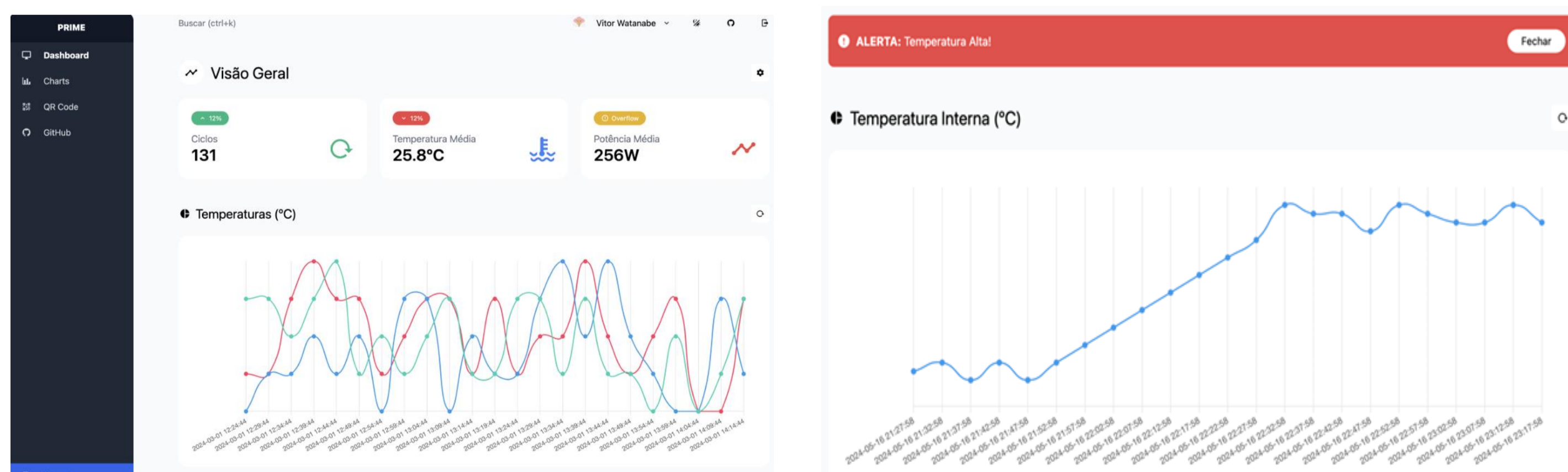
O desenvolvimento do dashboard de monitoramento foi feito a partir do framework Vue.js, proporcionando uma interface com reatividade e componentização, além da integração com o Firebase (banco de dados).

Além do dashboard como interface homem-máquina, a implementação da realidade aumentada para fornecer informações in-loco sobre o status da operação do equipamento foi feita a partir da biblioteca Ar.js (Bandhiya, 2020).

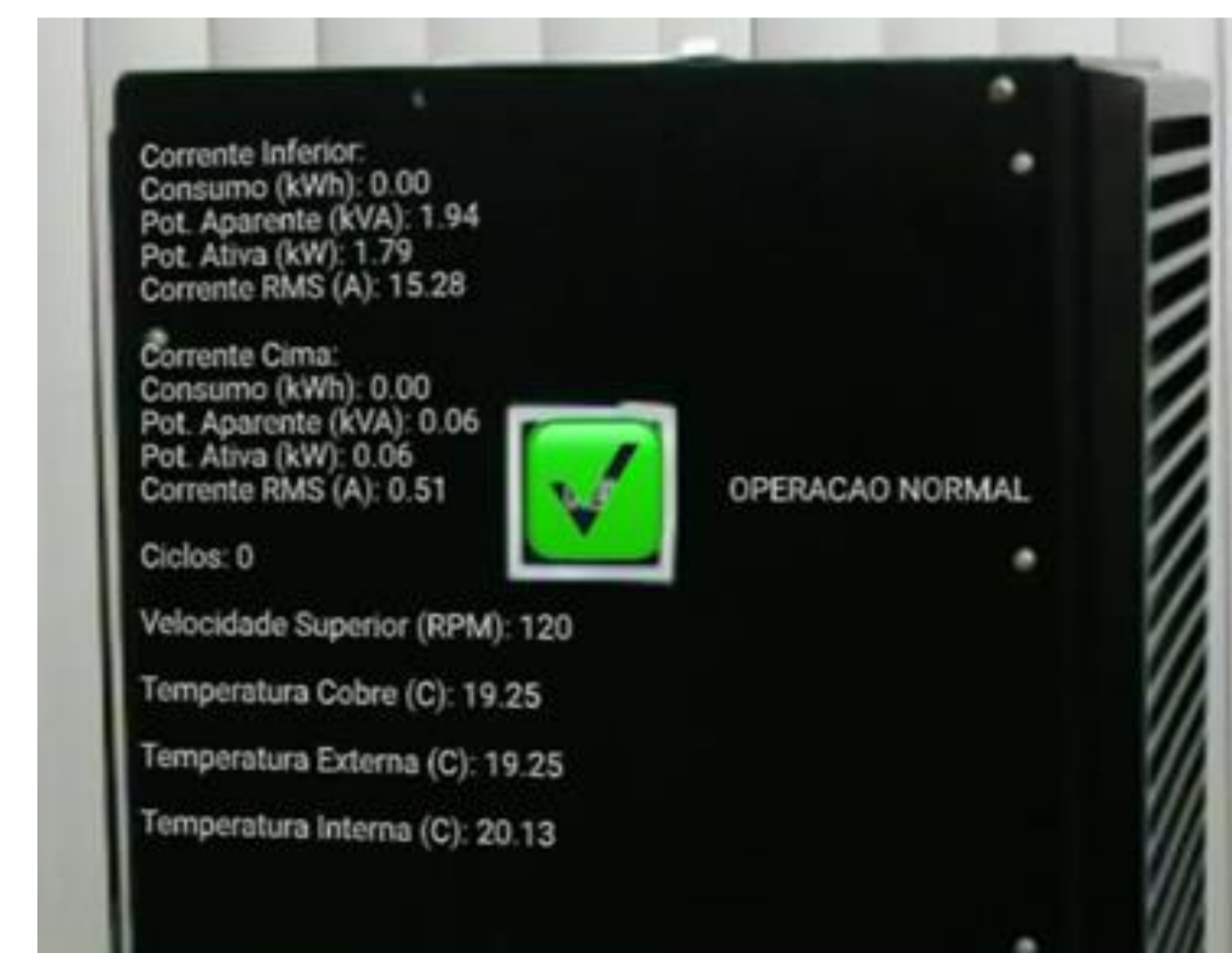
RESULTADOS

A implementação do controle dos atuadores e monitoramento através dos sensores proporcionou um sistema integrado, onde é possível verificar se os processos estão de acordo com o funcionamento padrão.

O dashboard desenvolvido com o objetivo de tornar a interface homem-máquina moderna e inovadora é atualizado em tempo real, e possui gráfico e informações destacadas sobre o condicionador de ar. Ademais, os alertas de emergência são exibidos caso tal situação ocorra.



A verificação dos dados através da Realidade Aumentada proporcionou maior dinâmica para a supervisão dos sensores e atuadores através da visualização instantânea do status do equipamento. Nas figuras abaixo, pode-se observar o QR Code que é lido para exibir os dados.



REFERÊNCIAS

BANDHIYA, H. GitHub. **AR-js-org/AR.js**, 2020. Disponível em: <<https://github.com/AR-js-org/AR.js>>. Acesso em: 3 jun. 2024.

EMBARCADOS, E. **Relatório da Pesquisa sobre o Mercado Brasileiro de Sistemas Embarcados e IoT 2023**, 2023. Disponível em: <<https://embarcados.com.br/relatorio-da-pesquisa-sobre-o-mercado-brasileiro-de-sistemas-embarcados-e-iot-2023/>>. Acesso em: 18 nov. 2023.

FURTADO, J. **Indústria 4.0: a quarta revolução industrial e os desafios para a indústria e para o desenvolvimento brasileiro**. IEDI, 2017. Disponível em: <<http://web.bndes.gov.br/bib/jspui/handle/1408/17621>>.

KÖRNER, U. et al. **Perceived stress in human-machine interaction in modern manufacturing environments - Results of a qualitative interview study**. *Stress and Health*, v. 35, n. 2, p. 187-199, 30 jan. 2019.

SOUSA, M. C. A. **Plataforma IOT de baixo custo para utilização em manutenção preditiva**. Repositório Institucional da Universidade Federal do Ceará, 2018.