

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
CAMPUS: CAMPUS FORTALEZA
DISCIPLINA: PROJETO INTEGRADOR
EMBARCATECH - ETAPA 2 - RESIDÊNCIA

CARLOS DELFINO
202510110980368

**RACK INTELIGENTE: SISTEMA DE GERENCIAMENTO E
SEGURANÇA AMBIENTAL PARA INFRAESTRUTURAS DE PEQUENO
PORTE**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto
Federal como requisito parcial para obtenção do título.

FORTALEZA - CE
2025

TÍTULO DO PROJETO

Rack Inteligente AIoT: Sistema de Gerenciamento e Segurança Ambiental para Infraestruturas de Pequeno Porte controlado por IA Generativa

RESUMO

O projeto **Rack Inteligente** tem como objetivo desenvolver uma solução de **Internet das Coisas com Inteligência Artificial (AIoT)** para o monitoramento e controle de pequenos racks de servidores, switches, gateways e firewalls. A proposta visa integrar **segurança física , controle ambiental e acesso remoto** em um sistema compacto e de baixo custo. O sistema permitirá o **gerenciamento de temperatura, umidade, segurança e acesso físico** por meio de sensores, atuadores e um microcontrolador RP2040, utilizando o protocolo MQTT para comunicação com um servidor remoto e orquestrado com freeRTOS, Além de um Dashboard integrado com Inteligência Artificial Generativa. A solução contribuirá para a prevenção de falhas por superaquecimento e acesso não autorizado, promovendo maior segurança e confiabilidade nas infraestruturas de rede de pequeno porte.

JUSTIFICATIVA

Durante **35 anos de experiência em suporte e implantação de redes de computadores** , foi observada uma carência de soluções dedicadas a **pequenos racks** que unam segurança física e gestão ambiental em um mesmo sistema. Em geral, as tecnologias existentes são voltadas a **data centers de grande porte** , deixando lacunas no mercado de **infraestruturas menores** , que muitas vezes operam em condições ambientais inadequadas ou vulneráveis a acessos indevidos. Além do mais, faltam soluções com preços compátiveis a infraestrutura em questão.

O **Rack Inteligente AIoT** surge como uma resposta a essa necessidade, proporcionando um **sistema autônomo, modular, acessível e Inteligente** que permite:

- Monitorar e controlar o ambiente interno do rack (temperatura e umidade);
- Gerenciar o acesso físico com autenticação e travamento automático;
- Enviar alertas e relatórios via rede para administração remota.

Essa solução é essencial para empresas que necessitam garantir a **continuidade operacional e segurança de dados** , mesmo com orçamentos reduzidos e infraestrutura simplificada.

REQUISITOS DO SISTEMA

O sistema deverá contemplar os seguintes requisitos funcionais e não funcionais:

REQUISITOS FUNCIONAIS

1. Monitorar temperatura e umidade do ambiente interno do rack.
2. Controlar o acesso físico à porta do rack via senha e autenticação digital.
3. Acionar mecanismos de abertura e travamento automático (servo motor ou solenóide).
4. Enviar dados ambientais e de estado (aberto/fechado) via protocolo MQTT.
5. Exibir indicadores luminosos de estado e condição do rack (LEDs RGB).
6. Gerar alertas em caso de tentativa de abertura não autorizada.
7. Permitir controle e visualização remota via aplicativo em Python (Dashboard).
8. Emitir relatórios textuais produzidos por Inteligência Artificial Generativa

REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS

1. O sistema deve ser **modular e escalável**, permitindo adicionar novos racks facilmente.
 2. O tempo de resposta aos comandos MQTT deve ser inferior a **1000 ms**.
 3. Deve operar de forma estável em **tensões de 5V ou 12V**.
 4. O sistema deve possuir **resiliência a falhas de comunicação**, com reconexão automática.
 5. Dados sensíveis como senhas devem ser trafegados de forma cifrada.
-

PROBLEMÁTICA A SER RESOLVIDA

Atualmente, a maioria dos pequenos racks de servidores e redes de distribuição carece de **monitoramento ambiental e controle de acesso**. Isso resulta em situações como:

- Superaquecimento devido à falta de ventilação ou excesso de calor acumulado;
- Invasões físicas não detectadas, comprometendo equipamentos sensíveis;
- Falta de rastreabilidade sobre quem acessou e quando;
- Ausência de integração com sistemas remotos de gestão.

Essas deficiências podem resultar em **interrupções de serviço, danos a equipamentos e riscos à segurança dos dados corporativos**. O Rack Inteligente propõe eliminar essas vulnerabilidades por meio de uma abordagem integrada e inteligente baseada em IoT.

SOLUÇÃO PROPOSTA EM AIOT

A solução adota a arquitetura **AIoT em quatro camadas** (dispositivo IoT, broker MQTT, camada de Inteligência AIoT e dashboard) para oferecer segurança, controle e comunicação eficiente.

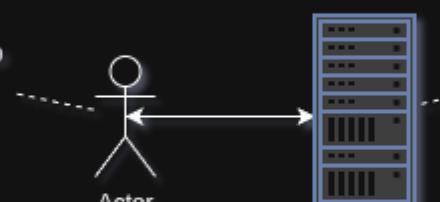
DIAGRAMA DE BLOCOS DE HARDWARE

- **Microcontrolador** : RP2040 (BitDogLab)
- **Sensores** :
 - AHT10: temperatura e umidade interna;
 - Sensor magnético: detecção de abertura da porta.
 - Sensor de movimento: detecção de tentativa de Arrombamento
- **Atuadores** :
 - Solenoide para travamento mecânico;
 - LEDs RGB para indicação de status (operacional, alerta, falha).
 - Buzzer: para alertas de porta aberta por longo período
- **Broker**:
 - Broker MQTT protegido por senha
- **Interface de Acesso**:
 - Teclado de membrana (senha local);
 - Dashboard remota para autenticação e controle.
- **IA Generativa**:
 - IA Generativa para aprendizado de máquina e predição de comportamento do rack.

RACK Inteligênte com controle por IoT

Técnico

Solicita acesso através do ID do Rack ou digita a senha.



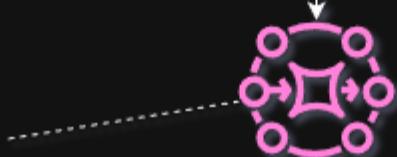
Rack Inteligênte

Rack com dispositivo IoT para gestão a e segurança.

O rack possui um teclado para entrada de senha, e sensores de temperatura e um

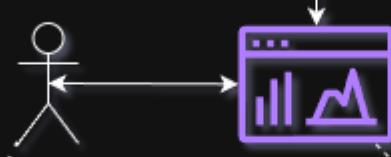
Broker MQTT

Broker MQTT com Senha



Analista de Suporte

responsável por gerenciar os racks



Inteligência Geral

Gera relatórios inteligentes e textuais com base nos parâmetros recebidos. automaticamente ventiladores para manter a m



Dashboard

Informações ambientais, segurança e controles do Rack

PROTOCOLOS DE COMUNICAÇÃO

O sistema utilizará o protocolo **MQTT (Message Queuing Telemetry Transport)**, adequado para IoT devido à sua leveza e confiabilidade. Cada rack possuirá um **tópico hierarquizado**, por exemplo:

```
mqtt://mqtt.rapport.tec.br/racks/<rack_id>/status (1=aberto/0=fechado)
mqtt://mqtt.rapport.tec.br/racks/<rack_id>/command/door (1=abrir/0=fechar)
mqtt://mqtt.rapport.tec.br/racks/<rack_id>/command/ventilation (1=ligar)
mqtt://mqtt.rapport.tec.br/racks/<rack_id>/command/buzzer (0=desligado)
mqtt://mqtt.rapport.tec.br/racks/<rack_id>/environment/temperature (0-100)
mqtt://mqtt.rapport.tec.br/racks/<rack_id>/environment/humidity (0-100)
```

A comunicação será autenticada com **usuário e senha**, e os dados trafegarão via **broker MQTT** hospedado em **VPS**.

APLICATIVO DE MONITORAMENTO

O aplicativo desenvolvido em **Python** permitirá:

- Exibir o status de cada rack (aberto/fechado, temperatura, umidade);
- Visualizar o histórico de alertas e eventos;
- Comandar abertura e fechamento remotamente;
- Apresentar mensagens amigáveis que expliquem as decisões e ações executadas pela IA generativa;
- Gerar relatórios e logs para auditoria.

CAMADA DE INTELIGÊNCIA AIOT

A camada de Inteligência AIoT introduz uma **IA generativa** responsável por aprender o comportamento térmico do rack, prever riscos de aquecimento e recomendar ações preventivas. Essa IA analisa continuamente **temperatura, umidade e padrões de abertura** para decidir quando **acionar ventilação, enviar alertas ou solicitar intervenção remota**.

Para executar as ações necessárias, a IA utiliza **Tool Calling** apontando para funções especializadas do backend (por exemplo, acionar ventoinhas, ajustar o tempo de abertura da porta ou reforçar o travamento). Esse mecanismo garante **respostas rápidas e auditáveis**, mantendo um registro de cada decisão tomada. As decisões e justificativas são enviadas ao dashboard em mensagens claras, permitindo que o operador acompanhe, em tempo real, o raciocínio da IA e os comandos disparados.

CRONOGRAMA DE EXECUÇÃO

Etapa	Atividade	Duração	Período
0	Entrega do Pré-Projeto	-	06/11/2025
1	Levantamento de requisitos e componentes	2 semanas	Novembro/2025
2	Desenvolvimento do protótipo eletrônico	4 semanas	Dezembro/2025
3	Implementação do software embarcado (RP2040) e início dos testes	3 semanas	Dezembro/2025 - Janeiro/2026
4	Entrega do Relatório de Evidência de Desenvolvimento (RED)	1 dia	21/12/2025
5	Ajustes técnicos no hardware e software após entrega do RED	2 semanas	Janeiro/2026
6	Desenvolvimento do aplicativo Python	3 semanas	Janeiro/2026 - Fevereiro/2026
7	Treinamento e validação da IA generativa	2 semanas	Janeiro/2026
8	Integração e testes do sistema completo	3 semanas	Fevereiro/2026
9	Documentação e apresentação final	1 semana	Até 08/02/2026