



Serviço Nacional  
de Aprendizagem  
Industrial

Santa Catarina

### AVALIAÇÃO PRÁTICA

### Desempenho

Data: - \_\_\_ / \_\_\_ / \_\_\_

Docente: João Luís Corrêa Bornelli

Curso Técnico em Desenvolvimento de Sistemas

Unidade Curricular: Internet das Coisas

Turma: T DESI/2024 - V1

Estudante:

### CAPACIDADES

C1 - Integrar dispositivos de comunicação de dados.

C2 - Integrar dispositivos para coleta automática de dados em sistemas industriais.

C3 - Integrar projetos orientados ao sensoriamento e controle.

C4 - Reconhecer especificações técnicas de sensoriamento e parametrização de robôs

C5 - Reconhecer especificações técnicas e paradigmas do conceito de internet das coisas.

### CONTEXTUALIZAÇÃO

Você atua como **técnico em desenvolvimento de sistemas** em uma empresa de **automação e tecnologia industrial**. A organização possui contratos com indústrias de médio porte que estão implementando soluções de **Indústria 4.0** voltadas à conectividade e integração de equipamentos produtivos. Como integrante da equipe de inovação, o estudante é responsável por apoiar o desenvolvimento de sistemas que integram dispositivos físicos e plataformas digitais.

A empresa opera em um ambiente de **laboratórios tecnológicos e plantas-piloto**, onde são testadas soluções baseadas em **Internet das Coisas (IoT)**, **análise de dados** e **automação de processos**. Recentemente, o setor técnico identificou falhas na gestão de ambientes compartilhados, como salas de máquinas e áreas de prototipagem, em que a falta de monitoramento de ocupação e controle ambiental tem causado desperdício energético e interrupções operacionais. A gerência solicitou à equipe o desenvolvimento de uma **solução tecnológica integrada** para monitoramento automatizado e remoto desses espaços industriais.

### DESAFIO

Desenvolver e integrar um sistema IoT que realize a coleta, o processamento e a transmissão de dados de sensores, possibilitando o monitoramento remoto da ocupação e das condições ambientais de um ambiente industrial.

### RESULTADOS E ENTREGAS

Protótipo funcional composto por:

- **Módulo de sensoriamento** (ocupação, temperatura e umidade);
- **Plataforma de orquestração de dados** (Node-RED, MQTT ou similar);
- **Interface de visualização remota** (dashboard funcional).

Código-fonte documentado e organizado;

Documento técnico contendo:

- Arquitetura do sistema;
- Tópicos de comunicação MQTT;
- Estrutura das mensagens (payloads JSON);
- Diagrama de interconexão dos dispositivos;

Apresentação técnica com demonstração funcional do sistema.

### **LISTA DE ANEXOS**

Anexo 1 - FICHA DE REGISTRO TÉCNICO DE INTEGRAÇÃO DE SISTEMA IOT

Anexo 2 - RELATÓRIO TÉCNICO SIMPLIFICADO

Anexo 3 - SOLICITAÇÃO DE IMPLEMENTAÇÃO

LISTA DE VERIFICAÇÃO				
Avaliação Prática - Integração de Sistemas IoT para Monitoramento de Ambientes Industriais				
CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO	CAPACIDADE	SIM	NÃO	JUSTIFICATIVA
O sistema apresentou comunicação contínua e estável entre dispositivos de hardware e software conforme os parâmetros de rede especificados?	C1			
O protótipo gerou dados automáticos de sensoriamento conforme as variáveis ambientais e de fluxo definidas no projeto?	C2			
O sistema processou corretamente os dados coletados, aplicando a lógica de controle e exibindo respostas coerentes nos atuadores e no dashboard?	C3			
O protótipo operou dentro dos limites técnicos e parâmetros de funcionamento descritos nas especificações dos sensores e atuadores?	C4			
O sistema integrado apresentou arquitetura compatível com os paradigmas IoT de conectividade, interoperabilidade e monitoramento remoto?	C5			

## **ANEXO 1 - FICHA DE REGISTRO TÉCNICO DE INTEGRAÇÃO DE SISTEMA IOT**

Esta ficha visa registrar o status de integração dos principais componentes do sistema, com foco na comunicação e na separação de responsabilidades entre os quatro subsistemas.

<b>Item</b>	<b>Descrição</b>	<b>(OK/NOK)</b>
<b>Configuração de Rede e MQTT</b>	Configuração do Broker, QoS 1, e mecanismos LWT para todos os nós de campo (NCA e UMAF).	
<b>Integração dos Nós de Campo</b>	Funcionamento independente e correto do Nó de Controle de Acesso (NCA) e da Unidade de Monitoramento Ambiental e Feedback (UMAF).	
<b>Comunicação de Dados (NCA -&gt; Orquestrador)</b>	Publicação correta dos eventos de fluxo (entrada/saída) pelo NCA e subscrição pelo Orquestrador.	
<b>Lógica de Orquestração (Orquestrador)</b>	Cálculo preciso da ocupação atual e aplicação das regras de status (Livre, Atenção, Alerta) com base no limite configurável.	
<b>Comunicação de Dados (Orquestrador -&gt; UMAF)</b>	Publicação do estado consolidado pelo Orquestrador e subscrição pela UMAF para atualização do OLED e LED RGB.	
<b>Dashboard e Visualização Remota</b>	Exibição em tempo real dos dados e status, incluindo o painel de Health Check (LWT) e o controle de limite de ocupação.	
<b>Estrutura de Tópicos e Mensagens</b>	Uso consistente da estrutura de tópicos e payloads JSON conforme especificado no Anexo 3.	

## ANEXO 2 - RELATÓRIO TÉCNICO SIMPLIFICADO

### 1. Identificação do Projeto

- Nome do projeto;
- Nomes dos integrantes da equipe;
- Curso e turma;
- Data de entrega.

### 2. Descrição dos Componentes Utilizados

Descrever todos os elementos de hardware e software empregados no sistema, apresentando:

- **Lista de Hardware:** modelo e função de cada componente
  1. ESP32-C6 – microcontrolador principal;
  2. HC-SR04 – sensor ultrassônico de presença;
  3. DHT11 – sensor de temperatura e umidade;
  4. display OLED – interface local;
  5. LED RGB – sinalização visual.
- **Lista de Software:** programas, bibliotecas e plataformas utilizadas (ex.: Arduino IDE, Node-RED, MQTT Broker, bibliotecas Adafruit ou PubSubClient).
- **Justificativa Técnica:** explicar brevemente por que cada item foi escolhido em função das necessidades do sistema (ex.: precisão, conectividade, baixo consumo, compatibilidade).

*Dica: organize as informações em uma tabela com três colunas — Componente, Função e Justificativa Técnica.*

### 3. Diagrama do Sistema IoT

Apresentar um esquema ilustrativo mostrando como os dispositivos estão conectados e se comunicam. O diagrama deve ilustrar claramente a **arquitetura de 4 subsistemas** e o fluxo de dados via MQTT.

O diagrama deve conter:

- Identificação dos módulos principais:
  1. **Nó de Controle de Acesso (NCA)**
  2. **Unidade de Monitoramento Ambiental e Feedback (UMAF)**
  3. **Orquestrador de Processos (Node-RED - Lógica)**
  4. **Centro de Controle e Visualização (Node-RED - Dashboard)**.
- Indicação do tipo de conexão entre os dispositivos (Wi-Fi, MQTT, etc.).
- Fluxo de dados entre os elementos (setas indicando entrada e saída de informações), destacando a comunicação entre o NCA e o Orquestrador, e entre o Orquestrador e a UMAF/Dashboard.

### 4. Estrutura dos Tópicos MQTT e Payloads

Documentar a estrutura completa dos tópicos MQTT utilizados no projeto, incluindo exemplos reais de mensagens (payloads).

- Criar uma tabela com as seguintes colunas: Tópico, Função, Exemplo de Payload (JSON), QoS.
- **Exemplo:**

Tópico	Função	Exemplo de payload	QoS
empresa01/area_prototipagem/fluxo/evento	Publicação de I/O pelo NCA	{"evento": "entrada", "timestamp": 1730000123}	2
empresa01/area_prototipagem/ambiente/dado	Dados de temp / umid	{"temperatura": 24.1, "umidade": 56.2}	1
empresa01/area_prototipagem/estado/consolidado	Estado completo da sala	{"ocupacao": 3, "limite_op": 5, "status_area": "Atenção", "sinalizacao": "amarelo"}	1
empresa01/area_prototipagem/config/limite	Configuração do limite de ocupação pelo Dashboard	{"limite": 7}	1

**Observação:** Inclua apenas os tópicos efetivamente utilizados pelo seu sistema.

## 5. Evidências de Funcionamento

Inserir provas visuais e registros técnicos que demonstrem o correto funcionamento do sistema.

As evidências devem incluir:

- Capturas de tela (prints) do dashboard mostrando os dados atualizados Logs de comunicação obtidos pelo terminal serial (Arduino IDE) ou console do Node-RED, comprovando a publicação e assinatura dos tópicos MQTT.
- Registro de testes (pode ser uma pequena tabela) indicando as leituras obtidas e respostas observadas:

Teste	Ação Realizada	Resultado Esperado	Resultado Obtido	Status
Entrada de pessoa simulada	Passagem diante dos sensores	Incremento de +1 na ocupação	+1	OK
Sensor de umidade desconectado	Desconexão detectada no dashboard	Status “offline” exibido (via LWT)	“offline” no dashboard	OK

## ANEXO 3 - SOLICITAÇÃO DE IMPLEMENTAÇÃO

### Escopo da Implementação e Requisitos Técnicos

O protótipo deve simular o monitoramento de uma "Área de Prototipagem Controlada" e será composto por quatro subsistemas interdependentes que se comunicam exclusivamente via protocolo MQTT. Esta arquitetura é baseada no princípio de separação de responsabilidades, onde os nós de campo (Placas ESP32) são responsáveis pela coleta de dados e feedback local, enquanto os fluxos do Node-RED atuam como a lógica central (Orquestrador) e a interface de supervisão (Dashboard). A comunicação deve utilizar QoS 1 e mecanismos de resiliência (LWT) para garantir a confiabilidade exigida em um ambiente industrial.

Subsistema	Componente Principal	Função Primária	Dados Publicados (Saída)	Dados Subscritos (Entrada)
1. NÓ de Controle de Acesso (NCA)	ESP32 (Placa 1)	Detecção direcional de entrada/saída.	Eventos de fluxo	N/A

Subsistema	Componente Principal	Função Primária	Dados Publicados (Saída)	Dados Subscritos (Entrada)
<b>2. Unidade de Monitoramento Ambiental e Feedback (UMAF)</b>	ESP32 (Placa 2)	Coleta de Temp/Umidade e feedback local (OLED/LED RGB).	Dados ambientais	Estado consolidado
<b>3. Orquestrador de Processos</b>	Node-RED (Fluxo de Lógica)	<b>Cálculo da Ocupação</b> e aplicação de regras de controle.	Estado consolidado	Eventos de fluxo , Limite de Ocupação
<b>4. Centro de Controle e Visualização</b>	Node-RED (Dashboard)	Visualização remota, monitoramento de saúde e configuração de limites.	Limite de Ocupação ( <a href="#">.../config/limite</a> )	Todos os tópicos de dados e status

#### Subsistema 1: Nó de Controle de Acesso (NCA)

- **Função:** Monitorar o fluxo de operadores e técnicos na área controlada.
- **Componentes:** 1x ESP32-C6, 2x Sensores Ultrassônicos.
- **Requisitos Funcionais:**
  1. Implementar a detecção direcional para diferenciar eventos de entrada e saída.
  2. Publicar cada evento em tempo real no tópico MQTT: [empresa01/area\\_prototipagem/fluxo/evento](#).
  3. Payload (JSON): `{"evento": "entrada", "timestamp": ...}`.
  4. Garantir a entrega da mensagem com QoS 1.
  5. Implementar um mecanismo de Last Will and Testament (LWT) para notificar o sistema em caso de falha do nó. Tópico LWT: [empresa01/area\\_prototipagem/status/nca](#).

#### Subsistema 2: Unidade de Monitoramento Ambiental e Feedback (UMAF)

- **Função:** Monitorar as condições ambientais críticas e fornecer feedback visual local aos operadores.
- **Componentes:** 1x ESP32-C6, 1x Sensor de Ambiente (DHT11), 1x Display OLED, 1x LED RGB.
- **Requisitos Funcionais:**
  1. **Monitoramento Contínuo:** Realizar a leitura de temperatura e umidade e publicar os dados no tópico: [empresa01/area\\_prototipagem/ambiente/dado](#).
  2. **Interface Local (OLED):** Subscrever ao tópico de dados consolidados do Orquestrador ([.../estado/consolidado](#)) para exibir no Display OLED a ocupação atual e o status da sala (Livre, Atenção, Alerta).
  3. **Sinalizador Visual (LED RGB):** Refletir o status da ocupação (definido pelo Orquestrador) através do LED integrado, seguindo o padrão industrial: Verde (Seguro/Livre), Amarelo (Atenção/Próximo do Limite), Vermelho (Alerta/Lotação Máxima).
  4. Implementar LWT para notificar sua própria falha no tópico: [empresa01/area\\_prototipagem/status/umaf](#).

### Subsistema 3: Orquestrador de Processos (Back-End - Node-RED)

- **Função:** Atuar como o servidor de lógica de aplicação, processando dados dos nós de campo e aplicando as regras operacionais.
- **Plataforma:** Instância dedicada de Node-RED (Fluxo de Lógica).
- **Requisitos Funcionais:**
  1. **Processamento de Fluxo e Cálculo de Ocupação:** Subscrever aos eventos do NCA ([.../fluxo/evento](#)) para calcular e manter a variável de ocupação atual da área. Este cálculo deve ser persistente (usando um nó de contexto ou banco de dados) e é a única fonte de verdade para o número de pessoas na sala.
  2. **Aplicação de Regras:** Com base na ocupação atual e no Limite Máximo de Ocupação (recebido do Dashboard), determinar o "Status de Ocupação" e a "Cor de Sinalização" correspondente.
  3. **Configuração de Limite:** Subscrever ao tópico de configuração ([empresa01/area\\_prototipagem/config/limite](#)) para receber e armazenar o limite máximo de ocupação definido pelo gestor no Dashboard.
  4. **Consolidação de Dados:** Publicar o estado completo e processado da área em um único tópico para consumo pela UMAF e pelo Dashboard: [empresa01/area\\_prototipagem/estado/consolidado](#).
  5. **Payload Exemplo:** `{"ocupacao": 3, "limite_op": 5, "status_area": "Atenção", "sinalizacao": "amarelo"}`.

### Subsistema 4: Centro de Controle e Visualização (Dashboard - Node-RED)

- **Função:** Fornecer uma interface de supervisão remota para os gestores da planta.
- **Plataforma:** Instância de Node-RED com o módulo [node-red-dashboard](#).
- **Requisitos Funcionais:**
  1. **Visualização Centralizada:** Exibir em tempo real os dados de ocupação (recebidos do Orquestrador via [.../estado/consolidado](#)) e os dados ambientais (recebidos da UMAF via [.../ambiente/dado](#)).
  2. **Controle de Limite de Ocupação:** Implementar um slider no Dashboard para permitir que o gestor configure o Limite Máximo de Ocupação da sala. Este valor deve ser enviado ao Orquestrador via MQTT no tópico: [empresa01/area\\_prototipagem/config/limite](#).
  3. **Monitoramento de Saúde do Sistema (Health Check):** Implementar um painel de "Status dos Ativos" que mostre o estado de conexão (Online/Offline) do NCA e da UMAF, utilizando as mensagens LWT para detecção de falhas.
  4. **Apresentação de Dados:** Utilizar gráficos para exibir o histórico de ocupação e de variações de temperatura, permitindo a análise de tendências operacionais.