



UNIVERSIDADE  
FEDERAL DO CEARÁ

## DOCUMENTO DE ESPECIFICAÇÃO DE REQUISITOS

<b>Responsável:</b> Diogo Bandeira Assunção Juan Pablo Sampaio de Oliveira Leandro Rodrigues da Silva Junior Ryan Richard Moreira Barbosa	<b>Modelo:</b> 1.0
--	--------------------



---

## ÍNDICE

1	HISTÓRICO	3
2	INTRODUÇÃO	3
2.1	Objetivos	3
2.2	Público alvo deste documento	3
2.3	Glossário	3
2.4	Referências	3
3	DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA	
4	REQUISITOS DE NEGÓCIO	
5	REQUISITOS DE USUÁRIO	
6	REQUISITOS FUNCIONAIS	
7	REQUISITOS NÃO-FUNCIONAIS	



## 1 HISTÓRICO

Data	Versão	Responsável	Alteração
09/05/2025	1.0		- inicial

## 2 INTRODUÇÃO

### 2.1 Objetivos

Este documento especifica os requisitos do sistema SMAI (Sistema de Monitoramento Ambiental Inteligente), destinado ao monitoramento de temperatura, pressão e umidade em salas de aula, com integração ao sistema de ar-condicionado via infravermelho e visualização de dados em plataforma web.

### 2.2 Público alvo deste documento

- Equipe técnica de desenvolvimento
- Cliente (gestor educacional (Luis Rodolfo Rebouças Coutinho))
- Usuários finais (professores e administradores)

### 2.3 Prioridade dos requisitos

- Essencial:** Funcionalidades críticas para operação básica (ex: coleta de dados, transmissão RF).
- Importante:** Recursos complementares (ex: interface web básica).
- Desejável:** Funcionalidades avançadas (ex: histórico de dados).

### 2.4 Glossário

Verbetes	Definição
RF	Requisitos Funcionais
RNF	Requisitos Não Funcionais
SMAI	Sistema de Monitoramento Ambiental Inteligente
STM32F103C8T6	Microcontrolador utilizado nos nós sensores
NRF24L01	Módulo RF para comunicação sem fio
Nó Central	Dispositivo que recebe dados e controla ar-condicionado
IR	Infravermelho
API	Interface de Programação de Aplicações
UML	Unified Modeling Language: Linguagem de modelagem unificada para especificação, visualização, construção e documentação de artefatos de



	sistemas de software.
--	-----------------------

## 2.5 Referências

- [1] STM32. **Datasheet STM32F103x8 STM32F103xB. Medium-density performance line Arm®-based 32-bit MCU with 64 or 128 KB Flash, USB, CAN, 7 timers, 2 ADCs, 9 com. interfaces.**
- [2] STM32. **PM0056 Programming Manual. STM32F10xxx/20xxx/21xxx/L1xxxx Cortex®-M3 programming manual.**
- [3] STM32. **PM0075 Programming Manual. STM32F10xxx Flash memory microcontrollers.**
- [4] STM32. **RM0008 Reference manual. STM32F101xx, STM32F102xx, STM32F103xx, STM32F105xx and STM32F107xx advanced Arm®-based 32-bit MCUs.**
- [5] STM32. **STM32Cube ecosystem overview. Making STM32 development easier.**
- [6] STM32. **UM1847 User manual. Getting started with STM32CubeF1 firmware package for STM32F1 series.**
- [7] STM32. **White Paper ARM Cortex-M for Beginners. An overview of the ARM Cortex-M processor family and comparison.**
- [8] Wiegers, K. E. **Software Requirements.** 2 ed. Estados Unidos da América, 2003.

## 3 DESCRIÇÃO GERAL DO SISTEMA

O Sistema de Monitoramento Ambiental Inteligente (SMAI) a ser desenvolvido consiste em uma rede de sensores sem fio para monitorar a temperatura, pressão e umidade em múltiplos pontos de uma sala de aula. Cada ponto de monitoramento (nó sensor) utilizará um microcontrolador STM32F103C8T6 e um módulo RF NRF24L01 para coletar e transmitir os dados para um nó central. O nó central, também baseado em STM32F103C8T6 e NRF24L01, receberá os dados dos nós sensores e terá uma interface Infravermelho (IR) para controlar o sistema de ar-condicionado da sala.

A arquitetura do firmware dos nós sensores e do nó central, bem como o protocolo de comunicação entre eles, **serão modelados utilizando a linguagem UML**. Diagramas de caso de uso, diagramas de classe, diagramas de sequência e diagramas de estado serão empregados para especificar e documentar o design do sistema embarcado.

Adicionalmente, será desenvolvido um sistema web para visualizar os dados coletados pelos sensores, organizados por região da sala, e para fornecer uma interface de controle remoto virtual do sistema de ar-condicionado. O sistema web se comunicará com o nó central para receber os dados dos sensores e enviar comandos de controle para o ar-condicionado.

Em resumo, o SMAI consiste em:

- **Nós Sensores:** Dispositivos com STM32F103C8T6, sensores de temperatura/pressão/umidade e módulo NRF24L01 para transmissão sem fio.
- **Nó Central:** Recebe dados via RF, controla o ar-condicionado via infravermelho e envia dados para servidor web.



- **Plataforma Web:** Exibe dados em tempo real por região, histórico de medições e interface virtual para controle remoto do ar-condicionado.

- **Metodologia:** O desenvolvimento dos firmwares e a arquitetura de comunicação serão modelados utilizando diagramas UML (ex: Diagrama de Classes, Diagrama de Sequência) para garantir clareza e consistência.

## 4 REQUISITOS DE NEGÓCIO

A instituição de ensino necessita de um sistema de monitoramento ambiental para as salas de aula para garantir o conforto dos alunos e otimizar o uso do sistema de ar-condicionado, visando a eficiência energética e a manutenção de um ambiente de aprendizado adequado.

Isto posto, a instituição deseja ter acesso aos dados de monitoramento e controle do ar-condicionado de forma remota, através de um sistema web, para facilitar a gestão e a tomada de decisões.

De forma resumida o SMAI deve:

1. Monitorar condições ambientais em tempo real para garantir conforto térmico.
2. Reduzir custos energéticos através do controle automatizado do ar-condicionado.
3. Fornecer relatórios históricos para análise de eficiência operacional.
4. Integrar-se à infraestrutura existente (ar-condicionado com controle IR).

## 5 REQUISITOS DE USUÁRIO

1. **Técnico de Instalação:** Configurar sensores e vincular ao nó central.
2. **Professor:** Visualizar dados ambientais em tempo real via plataforma web.
3. **Administrador:** Ajustar parâmetros de alerta e gerar relatórios.
4. **Sistema de Ar-Condicionado:** Receber comandos IR do nó central.

## 6 REQUISITOS FUNCIONAIS

### [RF001 Coleta de Dados Ambientais]

- Como um sensor, eu posso medir temperatura, pressão e umidade de modo que o sistema tenha dados precisos para análise.
- Prioridade: Essencial



#### **[RF002 Transmissão Sem Fio]**

- Como um nó sensor, eu posso transmitir dados via NRF24L01 de modo que o nó central receba informações em tempo real.
- Prioridade: Essencial

#### **[RF003 Recebimento e Agregação de Dados]**

- Como um nó central, eu posso receber os dados de múltiplos nós sensores e agregá-los, de modo que os dados de toda a sala estejam disponíveis para visualização e controle.
- Prioridade: Essencial

#### **[RF004 Controle IR do Ar-Condicionado]**

- Como um nó central, eu posso enviar comandos infravermelho de modo que o ar-condicionado ajuste a temperatura automaticamente.
- Prioridade: Essencial

#### **[RF005 Interface Web de Monitoramento]**

- Como usuário, eu posso visualizar dados por região em gráficos de modo que possa tomar decisões informadas.
- Prioridade: Importante

#### **[RF005-a Monitoramento da Temperatura]**

- Como usuário, eu posso visualizar a temperatura atual por região em gráficos para acompanhar o conforto térmico dos ambientes.
- Prioridade: Importante

#### **[RF005-b Monitoramento da Umidade e Pressão]**

- Como usuário, eu posso visualizar os dados de umidade e pressão por região em gráficos para entender a qualidade do ar.
- Prioridade: Importante

#### **[RF005-c Visualização de Histórico de Dados]**

- Como usuário, eu posso consultar os dados ambientais (temperatura, umidade, pressão) ao longo do tempo, para identificar padrões.
- Prioridade: Importante

#### **[RF005-d Visualização do Sensor]**

- Como usuário, eu posso clicar em uma região no gráfico para visualizar os dados do sensor.
- Temperatura, Umidade, Pressão.
- Prioridade: Desejável

#### **[RF006 Controle Virtual do Ar-Condicionado]**

- Como administrador, eu posso ajustar configurações do ar-condicionado via web de modo que reduza intervenções manuais.
- Prioridade: Desejável



#### **[RF007 Geração de Relatórios]**

- Como administrador, eu posso gerar relatórios dos dados de monitoramento, de modo que eu possa analisar o histórico das condições ambientais e o uso do ar-condicionado.
- Prioridade: Desejável

#### **[RF007-a Relatórios por Agrupamento]**

- Como administrador, eu posso gerar relatórios agrupando os dados por região, para comparar condições ambientais entre diferentes ambientes.
- Temperatura, Umidade, Pressão.
- Prioridade: Desejável

#### **[RF008 Controle Virtual do Ar-Condicionado]**

- Como um usuário, eu posso fazer login no sistema web com minhas credenciais, de modo que o acesso seja restrito a usuários autorizados.
- Prioridade: Desejável

## **7 REQUISITOS NÃO FUNCIONAIS**

#### **[RNF001 Desempenho de Transmissão]**

- O sistema deve suportar até 7 conjuntos sensores simultâneos com latência máxima de 2 segundos.
- O sistema deve coletar e atualizar os dados dos sensores no sistema web em intervalos de no máximo 5 segundos, de forma que as informações sejam exibidas em tempo quase real.
- Prioridade: Essencial

#### **[RNF002 Confiabilidade]**

- O sistema deve operar de forma contínua e confiável, minimizando a perda de dados e falhas de comunicação, de forma que os dados de monitoramento sejam precisos e consistentes.
- Prioridade: Essencial

#### **[RNF003 Autonomia dos Sensores]**

- Os nós sensores devem operar com baixo consumo de energia para maximizar a vida útil da bateria, de forma que a manutenção (troca de baterias) seja minimizada.
- Prioridade: Importante

#### **[RNF004 Segurança de Dados]**

- A plataforma web deve usar HTTPS.
- Prioridade: Importante

#### **[RNF005 Autenticação]**

- A plataforma web deve usar autenticação de dois fatores para acesso.
- Prioridade: Importante



**[RNF006 Compatibilidade IR]**

- O nó central deve ser compatível com 90% dos modelos de ar-condicionado do mercado.
- Prioridade: Essencial

**[RNF007 Usabilidade da Interface Web]**

- A interface deve permitir que um usuário leão realize operações básicas em menos de 3 cliques.
- Prioridade: Desejável

**[RNF008 Responsividade da Interface Web]**

- A interface web deve ser responsiva em múltiplos dispositivos (desktop, tablet e celular).
- Prioridade: Desejável

**[RNF009 Manutenibilidade]**

- O sistema deve ser projetado de forma modular e organizada, facilitando a manutenção e a expansão futura, de forma que novas funcionalidades possam ser adicionadas sem comprometer a estabilidade do sistema.
- Prioridade: Desejável

**[RNF010 Portabilidade]**

- O sistema web deve ser compatível com os principais navegadores da web e dispositivos móveis, de forma que possa ser acessado de diferentes plataformas.
- Firefox, Google Chrome, Microsoft Edge e Safari.
- Prioridade: Desejável

**[RNF011 Restrição de Memória Flash]**

- O sistema deve ser limitado ao espaço de armazenamento não volátil disponível pelo microcontrolador de 64 Kbytes de memória flash.
- Prioridade: Essencial

**[RNF012 Restrição de Memória RAM]**

- O sistema deve ser limitado ao espaço de armazenamento volátil disponível microcontrolador de 20 Kbytes de memória SRAM.
- Prioridade: Essencial